MÉMOIRE

EN RÉPONSE A LA QUESTION SUIVANTE :

ÉCLAIRCIR PAR DES OBSERVATIONS NOUVELLES LE PHÉNOMÈNE DE LA CIRCULATION DANS LES INSECTES, EN RECHERCHANT SI ON PEUT LA RECONNAÎTRE DANS LES LARVES DES DIFFÉRENTS ORDRES DE CES ANIMAUX ;

PAR



M. VERLOREN,

DOCTEUR EN SCIENCES A UTRECHT.

(Couronné dans la séance de l'Académie royale du 7 mai 1844.)

La vérité n'est que dans l'observation.

PRÉFACE.

Je me suis occupé, il y a déjà quelque temps, de recherches sur la nature chimique de l'acide urique, principalement en relation avec la physiologie, afin d'obtenir des données pour éclaircir le rapport qui existe entre la sécrétion de cette matière et l'acte de la nutrition en général, en comparant, à cet égard, entre elles les diverses classes d'animaux; j'espérais y joindre aussi des investigations sur la structure intérieure des organes qui servent à la sécrétion de cette matière.

A la vérité, l'acide urique est une matière qu'on rencontre presque partout chez les animaux des classes inférieures, à partir des oiseaux, tandis que chez les mammifères on trouve principalement l'urée comme produit de la sécrétion des reins. Toutefois, ces deux matières, avec quelques autres encore, qu'on rencontre sous des modifications de circonstances, ont entre elles de l'analogie et un caractère commun, en sorte qu'on peut les considérer comme se remplaçant l'une l'autre et les envisager ensemble comme un groupe commun qui constitue la sécrétion urinaire en général, chez tous les animaux, et comme matières essentielles de cette sécrétion. La production de ces matières paraît être d'une grande

importance dans l'économie animale, ce qui se déduit déjà de ce qu'elle se présente partout dans le règne animal, et il n'y a pas de doute qu'elle ne soit en connexion intime avec l'acte de la nutrition et qu'elle n'en soit une conséquence nécessaire.

C'était donc dans le but d'étudier ces rapports que j'avais commencé des recherches comparatives chez différentes classes d'animaux; j'ai voulu y joindre, en même temps, des recherches sur la structure de ces organes.

Comme les divers organes sécrétoires diffèrent, tant par la structure de leurs propres tubes que par celle des vaisseaux sanguins qui s'y ramifient, on peut se demander quelle part ces différences de structure ont à la sécrétion; est-elle essentielle ou non? Il paraît que des recherches comparatives pourraient éclaircir ces questions. Quant aux tubes propres de ces organes, on possède déjà sur leur structure des connaissances étendues; mais quant à celle des vaisseaux sanguins, dans les classes inférieures des animaux, elle est encore complétement inconnue.

Si l'acte de la nutrition est en général le même chez tous les animaux, les différences qui se présentent dans leurs diverses classes, nous seront autant de données pour en déduire des conséquences; on a donc pour cette question deux choses à déterminer : d'une part, l'identité de cet acte général, en en posant les limites, c'est-à-dire jusqu'à quel point on peut étendre cette identité, et, d'autre part, les différents modes que la nature nous présente et dont elle se sert pour parvenir à ce but.

Guidé par ces vues, j'avais commencé des recherches dans ce sens, et, en premier lieu, sur les reins. Quant à la structure de cette glande, on sait, par exemple, que, chez les vertébrés, les artères ont une structure propre caractéristique dans cet organe, et qu'elles y forment les corpuscules de Malpighi dont l'existence a été démontrée dans les quatre classes des vertébrés; quant aux autres classes d'animaux, on ne sait encore rien

sur la distribution des vaisseaux sanguins dans ces organes. Si toutefois cette structure constitue une chose essentielle, si elle détermine la sécrétion des matières propres, il faudra trouver une structure semblable chez ces derniers; si, au contraire, on ne la trouve pas et si, néanmoins, une sécrétion identique y a lieu, on en pourra conclure qu'elle n'est pas d'une nécessité absolue.

Pour éclaircir cette question, les insectes me parurent d'abord très-remarquables, puisque chez eux l'existence de vaisseaux sanguins n'avait pas été démontrée jusqu'ici. En effet, la nature nous a offert dans les insectes une organisation formée sur une tout autre échelle, tandis que l'acte général de la nutrition et ses résultats restent les mêmes, en sorte qu'on peut les opposer à toutes les autres classes d'animaux; aucune d'elles ne me semble plus propre pour étudier cette fonction, par un examen comparatif, de façon qu'on est tenté de s'écrier que la nature nous a donné ces animaux afin de nous guider dans nos recherches pour l'investigation de son mode d'action et de nous procurer ainsi le moyen d'exercer notre esprit.

Quoique les insectes par leur organisation caractéristique paraissent très-propres à des recherches de cette nature, ce n'est pourtant qu'après que ces faits d'organisation sont exactement connus; et puisqu'on peut regarder le sang comme le centre de l'acte de la nutrition, les relations des organes avec ce fluide nutritif doivent être bien établies.

J'avais déjà observé quelques faits de ce genre, quand la question proposée par l'Académie des sciences me tomba sous les yeux; ce fut pour moi un nouveau motif de continuer ces recherches que l'Académie jugeait dignes d'être mises au concours, puisqu'elle demandait d'éclaircir, par des observations nouvelles, le phénomène de la circulation dans les différents ordres d'insectes.

Comme, par les fonctions de leur vie animale, les insectes se montrent

bien supérieurs à la plupart des invertébrés, ils devront aussi occuper parmi eux un des premiers rangs, et ainsi sans doute être placés au-dessus des mollusques; quant au degré de perfection de leur nutrition, on ne peut pas dire que celle-ci soit moins complète que chez d'autres invertébrés, la nature a seulement suivi un mode différent d'organisation.

Il me reste à dire de quelle manière je me propose de traiter le sujet. Je m'occuperai d'abord dans un premier chapitre, de la circulation dans les insectes en général; dans ce chapitre sera discutée la question de savoir si on est en droit d'admettre une circulation chez eux, puisque quelques personnes encore nient ce fait, et si on peut reconnaître le phénomène de cette circulation dans les larves des différents ordres. Dans un second chapitre, j'étudierai les organes qui servent à cette circulation et la manière dont celle-ci se fait. Enfin, dans un troisième chapitre, je parlerai de la relation de ce mode de circulation avec l'organisation entière des insectes, et avec leur nutrition, en comparant en même temps ces faits avec ce qu'on observe dans d'autres animaux.

Je me flatte que, dans ces chapitres, tous les points que la question réclame seront discutés; je n'hésite cependant pas à confesser combien tout est encore incomplet, combien il reste encore de lacunes à remplir, de points à éclaircir et de relations à développer. Quiconque est accoutumé à observer la nature ne s'en étonnera pas, puisqu'il sait combien sont innombrables les variétés qu'elle nous offre, combien elle se montre inépuisable pour des observateurs qui veulent pénétrer de plus en plus dans ses admirables mystères, et combien il faut de patience, de persévérance et de fermeté pour ne pas se laisser détourner dans ses investigations.

Celui qui s'est occupé de l'anatomie des insectes appréciera les difficultés qu'on rencontre, surtout quand il s'agit d'étudier les organes de la circulation chez ces animaux. C'est un point fort incomplétement traité par les auteurs. Les mémoires si justement estimés que nous possédons sur

l'organisation des insectes, sont le produit des observations de plusieurs années; on ne s'étonnera donc pas des défauts que présentent des observations de deux années tout au plus. Néanmoins, je mets ce mémoire avec confiance sous les yeux de l'Académie; car je crois qu'il contient des observations nouvelles, des faits mieux éclaircis et des relations mieux développées.

Quant à l'histoire et à la littérature du sujet, je me bornerai à indiquer les ouvrages qui ont été publiés depuis l'excellent traité de M. Th. Lacordaire (*Introduction à l'Entomologie,* Paris, 1834 et 1838), ainsi que ceux qui n'ont pas été cités par cet auteur.

A.-J. Rösel, *Die monatlich-herausgegebene Insecten-Belustigung.* Nürnberg, 1746.

Dans l'histoire de la puce, l'auteur fait mention de la pulsation du vaisseau dorsal et du mouvement du sang qu'il a observé dans les larves de ces insectes, en les mettant dans le microscope solaire.

Alex. von Humboldt, *Bericht über die naturhistorischen Reisen der Herren Ehrenberg und Hemprich.* Berlin, 1826. On y trouve mentionné que ces voyageurs ont observé des phénomènes de circulation dans les ailes d'une *Mantis.*

R. Wagner, *Beobachtungen über den Kreislauf des Blutes und den Bau des Rückengefässes bey den Insecten.* isis, 1832. s. 320 u. 778 und Tab. *II.* Dans ce travail, la structure du vaisseau dorsal se trouve vérifiée par des observations microscopiques faites sur les mêmes larves dans lesquelles Carus avait observé les phénomènes de la circulation, telle qu'elle était décrite par Straus Durkheim dans le *Melolontha vulgaris.* M. Wagner a de même constaté les phénomènes de circulation dans ces larves, tels que les avait observés Carus, et il a ajouté une observation de pulsation du vaisseau dorsal et de circulation aux côtés du corps dans une jeune *Nepa cinerea.*

C.-G. Carus, *Lehrbuch der Zootomie,* 2[te] Aufl. Leipzig, 1834. Des phéno-

mènes de circulation dans plusieurs insectes, qu'on ne trouve pas dans ses ouvrages antérieurs, y sont encore mentionnés.

S. Kutorga, *Scolopendrae morsitantis anatome*, Petropoli, 1834, cum tab. aen. *III*.

L'auteur décrit un système vasculaire très-compliqué, avec un vaisseau dorsal qui reçoit des rameaux venant des intestins, et qui, à sa partie antérieure, où il a une dilatation en forme de cœur, se ramifie en deux branches, lesquelles se dirigent en bas, embrassent l'œsophage et se réunissent de nouveau en un seul vaisseau, se dirigeant en arrière, longeant les cordons du système nerveux et donnant des rameaux latéraux à toutes les parties du corps. Cet ouvrage semble être peu connu, car on ne le cite jamais; Wagner seul en a fait mention en copiant la plupart des figures dans ses *Icones zootomicae* [1].

F.-W.-G. Behn, *Entdeckung eines von den Bewegungen des Rückengefässes unabhängigen, und mit einem besondern Bewegungsorgane versehenen Kreislaufes in den Beinen halbflüglichter Insecten.* Archiv fur Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, herausgegeben von Dr Johannes Müller. Berlin, Jahrg. 1835, s. 554, Taf. XIII, fig. 13 et 14.

L'auteur fait connaître une pulsation propre dans les jambes de plusieurs hémiptères, principalement des *Hydrocorises* et d'une *Réduve;* il a observé de même la pulsation du vaisseau dorsal dans une *Notonecta glauca* et la circulation dans les pattes du même animal, ainsi que dans celles d'une *Ranatra linearis.*

Tyrrel, *Proceedings of the royal Society,* Jan. 15, 1835. Voyez *Newport*, à l'article *Insecta,* dans *Todd's Cyclop. of Anat. a. Physiol.*, vol. II, p. 980.

L'auteur a observé des phénomènes de circulation dans la *Musca domestica,* dans un *Geophilus* et dans le *Lithobius forficatus.*

[1] *Icones zootomicae, Handatlas zur vergleichenden Anatomie nach fremden und eigenen Untersuchungen zusamengestellt von Rudolph Wagner.* Leipzig, 1841, Tab. XXV, fig. 29 et 30.

ALLEN THOMSON, à l'article *Circulation*, dans le *Cyclopaedia of anatomy and physiology, edited by Robert B. Todd, M. D.* London, 1836, vol. I, p. 638 et fig. 325.

L'auteur a observé les phénomènes de la circulation dans deux larves de *Névroptères*, et on trouve dans son ouvrage une figure très-exacte des valvules du vaisseau dorsal d'une d'entre elles.

BOWERBANK, *Entomological Magazine*, vol. IV, 1836, p. 179, pl. 15. On y trouve mentionnées des observations sur le phénomène de la circulation dans les ailes de la *Chrysopa perla*. Comme je n'ai pu me servir de ce journal, je renvoie à ce qu'en dit M. Newport, dans l'ouvrage que je citerai plus loin.

ANT. DUGÈS, *Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux*, tom. II, Paris, 1838, avec planches lithographiées.

L'auteur a aussi observé des phénomènes de circulation dans différents insectes; de même il a constaté les observations de Behn, sur les pulsations dans les jambes de la *Notonecta* et de la *Nepa*. Il mentionne aussi ses observations sur les rameaux du vaisseau dorsal dans le *Scolopendra morsitans*, pl. X, fig. 361, qui s'accordent très-bien avec les observations de Kutorga, mentionnées plus haut, et dont l'auteur avait déjà parlé, il y a quelques années, dans ses *Recherches sur la circulation, la respiration et la reproduction des Annélides abranches*, p. 307, ANNALES DES SCIENCES NATURELLES, tom. XV, Paris, 1828.

L'auteur croit aussi avoir observé des branches inférieures et rétrogrades partant de la partie antérieure du vaisseau dorsal, dans le thorax, branches qu'il a pu suivre jusqu'aux ovaires, de même qu'Audouin [1] et Muller [2], qui ont fait des observations analogues; il en donne même une figure pl. X, fig. 359.

[1] *Annales des sciences naturelles*, tome XV, pag. 308.

[2] *Verhandl. d. Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. d. Naturf.* Bd. XII, P. II.

G. Newport, à l'article *Insecta*, dans le *Cyclopaedia of anatomy and physiology*, edited by Robert B. Todd, M. D. London, 1839, vol. II, p. 853, fig. 433 et 434.

On trouve dans cet article un résumé très-complet de tout ce qui regarde l'organisation des insectes, ainsi que trois figures nouvelles des organes qui appartiennent à la circulation, savoir : le vaisseau dorsal du *Lucanus cervus* ; la partie antérieure aortale de ce vaisseau dans la chenille du *Vanessa urticae*, se divisant en plusieurs branches courtes ; et une partie du vaisseau dorsal de l'*Asilus crabroniformis*, contenant une paire de valvules. Ces figures ont aussi été copiées par Wagner dans ses *Icones Zootomicae*, tab. XXIV, fig. 14, 15 et 17. L'auteur semble aussi être de cette opinion, que les courants du fluide nourricier sont contenus dans des vaisseaux limités, et qu'il y a, comme dans les *Scolopendres*, un vaisseau, accompagnant les cordons nerveux abdominaux, qui est en connexion avec le vaisseau dorsal ; il l'a nommé *vaisseau supra-spinal*.

Léon Dufour, *Études anatomiques et physiologiques sur une mouche, dans le but d'éclairer l'histoire des métamorphoses et de la prétendue circulation des insectes*. Annales des sciences naturelles, seconde série, tom. XVI. Zoologie. Paris, 1841, pag. 5.

L'auteur tâche de démontrer la non-existence d'une circulation dans les insectes, par des arguments à la vérité de peu de valeur, et décrit le vaisseau dorsal dans la *Sarcophage hémorrhoïdale* ; il le dit plus compliqué que chez les autres insectes et formé d'un *axe* et de ses *ailes* ; il le nomme l'*organe dorsal*. L'axe est un cordon sans cavité ni divisions, fixé par un bout à la partie postérieure du tégument dorsal, et par l'autre, à l'origine du ventricule chylifique, sans pénétrer dans la cavité de celui-ci. Il donne ces faits comme nouveaux pour la science. Ils le sont en effet, puisque jamais personne ne les a observés ni décrits jusqu'ici de cette manière.

RICHARD OWEN, *Lectures on the comparative anatomy and physiology of the invertebrate animals.* London, 1843.

L'auteur décrit le vaisseau dorsal comme entouré d'un sinus veineux, d'où le fluide nourricier passerait dans le vaisseau dorsal lui-même. En outre, il cite plusieurs raisonnements de Hunter, pour démontrer que ce savant avait déjà des idées très-justes sur la structure des organes de la circulation dans les insectes.

G. NEWPORT, *Sur la structure et le développement des systèmes nerveux et circulatoire, et sur l'existence d'une circulation complète du sang dans les vaisseaux des Myriapodes et des Arachnides macroures*, mémoire lu à la séance de la Société royale de Londres, du mois d'avril 1843, et reproduit dans l'INSTITUT, *journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'étranger*, 1re section, *sciences mathématiques, physiques et naturelles*, n° 521, 21 décembre 1843, pag. 442.

La description du système vasculaire des *Scolopendres* se rapproche beaucoup de celle qui a été donnée par Dugès et Kutorga. L'auteur ne semble pas avoir connu les ouvrages de ces deux savants, car il ne fait mention que de M. Lord, qui a décrit une structure analogue dans les *Scolopendres* [1].

[1] *Medical Gazette*, march 3, 1838, p. 893; voyez Newport, article *Insecta*, dans *Todd's Cyclopaedia of anat. a. physiol.*, vol. II, p. 980.

CHAPITRE PREMIER.

SUR LA CIRCULATION DANS LES INSECTES EN GÉNÉRAL.

Le fluide nourricier ne pouvant aller chercher l'air, c'est l'air qui vient le chercher pour se combiner avec lui; chacun connaît l'homme de génie qui a écrit ces mots; *ils sont devenus tellement vulgaires dans la science*, dit M. Duvernoy, *qu'on se dispense à présent d'en citer l'auteur* [1].

Les opinions des auteurs sont partagées sur le phénomène de la circulation dans les insectes; tandis que l'un se croit autorisé à nier, en vertu de ces mots, tout phénomène de circulation dans ces animaux; les autres, veulent comparer cette circulation à celle d'autres animaux, en la considérant de la même manière. Je tâcherai de concilier dans ce mémoire les deux opinions, puisqu'il est bien évident qu'elles franchissent toutes deux leurs limites.

M. Léon Dufour a dit : *je viens aussi, m'élevant à des considérations moins circonscrites, examiner et résoudre par les faits et le raisonnement, une question litigieuse qui intéresse à un haut degré la physiologie générale et qui partage les savants de notre époque : c'est la prétendue circulation des insectes* [2]. Je savais

[1] G. Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*, seconde édition, revue par G. L. Duvernoy, tom. VI, Paris, 1839, p. 416, note 1. Quoique ces mots soient bien connus, le passage du mémoire où ils se trouvent ne l'est pas autant, puisqu'on ne le cite pas d'ordinaire; je l'indiquerai donc ici : Cuvier, *Sur la nutrition dans les insectes*, Mémoires de la société d'histoire naturelle de Paris, t. I, 1797, pag. 34; ce mémoire est traduit en allemand dans Reil, *Archiv für die Physiologie*, Bd V, s. 115.

[2] *Études anatomiques et physiologiques sur une mouche, dans le but d'éclairer l'histoire des mé-*

qu'il existait deux opinions, mais quant aux savants qui les professent, d'une part, il y en a plusieurs, tandis que de l'autre, je ne connais que M. Léon Dufour. Seul de notre temps il persiste à soutenir hautement qu'il n'y a point de circulation chez les insectes. M. Léon Dufour range bien plusieurs savants de son côté; il cite comme tels Malpighi, Swammerdam, Lyonnet, Cuvier, MM. Marcel de Serres, Duméril, Duvernoy, Audouin; mais de quel droit? Plusieurs de ces illustres scrutateurs de la nature étant déjà décédés, je me fais un devoir de les défendre contre les assertions de M. Léon Dufour.

En premier lieu, il ne faut pas considérer, dans une semblable question, quelle était l'opinion d'une personne au temps où elle l'a avancée, mais bien quelle serait son opinion aujourd'hui qu'une multitude d'observations nouvelles et incontestables nous ont éclairés. Je n'oserais supposer que le génie de Cuvier s'opposerait opiniâtrément à des faits incontestables, contre l'opinion de tous les savants, par des raisonnements tranchants, mais vagues, illogiques et contraires à l'observation, afin de s'élever ainsi un monument qui ne témoignerait que de sa petitesse. Quand donc M. Léon Dufour s'écrie : *Hommage éclatant, hommage éternel à notre grand Cuvier!* il me semble ne point lui rendre un bien grand hommage en voulant défendre encore aujourd'hui, par une fausse conséquence d'une expression très-juste et ingénieuse, une opinion que l'observation a prouvée être inexacte. D'ailleurs, Cuvier a laissé des disciples qui professent une opinion contraire à celle de M. Léon Dufour et dont les ouvrages, publiés sous les auspices de Cuvier [1], semblent prouver que cet illustre naturaliste n'était pas opposé à leur opinion. Cuvier ne s'est pas, que je sache, expliqué sur ce fait, depuis la publication de l'ouvrage de M. Straus-Durckheim, tandis que son mémoire original remonte à l'année 1797; on ne saurait donc connaître l'opinion qu'il avait en dernier lieu; aussi, dans la seconde édition des *Leçons d'Anatomie comparée*, a-t-on formelle-

tamorphoses et de la prétendue circulation des insectes, par M. Léon Dufour, *Annales des sciences naturelles*, seconde série, tom. XVI. Paris, 1841, pag. 5.

[1] On sait combien Cuvier s'est intéressé à l'ouvrage de M. Straus-Durckheim, *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés*. Paris, 1828.

ment adopté le phénomène de la circulation et la structure compliquée du vaisseau dorsal. De plus, il faut remarquer que Cuvier a nié principalement l'existence des vaisseaux sanguins dans les insectes, mais pas aussi positivement l'existence du mouvement du fluide nourricier, et que les observations nouvelles ne diminuent en rien l'opinion qu'il a émise sur la relation intime qui existe entre les organes de la respiration et le mouvement du fluide nourricier.

Je ne puis comprendre que M. Léon Dufour ait pu énumérer parmi les partisans de son opinion Malpighi et Swammerdam; car on sait que ces incomparables scrutateurs de la nature ont décrit les premiers le vaisseau dorsal des insectes en le nommant leur *cœur*, en le considérant toujours comme un *organe destiné au mouvement du sang*, et même, en supposant qu'il donnait des *vaisseaux* à toutes les parties du corps. On ne trouvera dans leurs écrits aucun passage sur lequel M. Léon Dufour puisse établir son assertion. Au contraire, ces deux habiles observateurs ont bien mieux connu la structure du vaisseau dorsal que ne la connaît M. Léon Dufour.

Comme à cette occasion j'ai consulté les ouvrages de ces savants plus que je ne l'avais fait auparavant, j'ai été étonné de ce qu'ils savaient déjà sur l'organisation des insectes, principalement Swammerdam, cet homme qui méritait, selon Cuvier, mille fois plus notre admiration que tant d'autres auteurs [1], et dont Boerhaave disait : *Dus heeft, hy een eenig, afgesonderd, arm Man begonnen, voortgegaan, en volbragt, veel meer, dan alle de Schrijvers der voorige eeuwen* [2]. A quoi je n'hésiterai pas d'ajouter que seul il a fait avancer de son temps nos connaissances sur l'organisation des insectes, plus que ne l'ont fait les deux siècles qui lui ont succédé. En effet, si on lit avec attention ses ouvrages, on y rencontre presque tout ce que contiennent nos traités actuels sur l'organisation des insectes; on y trouvera entre autres plusieurs observations regardées comme nouvelles dans des temps posté-

[1] *Sur la nutr. dans les insectes*, Mém. de la soc. d'hist. nat. de Paris, tom. I, et Reil, *Archiv. f. d. Physiol.*, Bd. V, s. 102.

[2] *Bybel der Natuure*, door J. Swammerdam, *of Historie der Insecten*, *enz.* Uitgegeven door H. Boerhaave, Leiden, 1737, dans *Het leven van den Schrijver*, par Boerhaave.

rieurs, et si elles sont souvent encore mentionnées incomplétement, il y en a d'autres aussi complètes que celles de ses successeurs, quelques-unes même meilleures. Beaucoup d'observations de Swammerdam sont encore les seules que nous possédions sur certains sujets. Quand on songe à quelle époque cet homme a produit tout cela et avec quels moyens, dans un temps où non-seulement cette science manquait tout à fait de culture, mais encore où elle était embrouillée par des conceptions bizarres et des traditions fabuleuses, on conviendra qu'il fallait être un génie pour s'élever au-dessus de toutes ces préoccupations comme l'a fait Swammerdam; de plus, il a enrichi cette science de presque tous les faits généraux connus de notre temps. Qui donc n'aura pas pour cet homme la plus grande admiration! qui ne lui portera pas le plus grand respect! quand surtout on voit avec quel scrupule il tâchait toujours de découvrir la vérité, avec quel empressement il s'opposait à ceux qui l'altéraient par de fausses observations et des idées préconçues. Et nous donc, nous vanterons-nous d'avoir ajouté un point à cette science, serons-nous orgueilleux d'avoir observé un fait de la nature, et ne chercherons-nous qu'à défendre notre droit de priorité pour l'observation de ce phénomène? Ne serait-il pas honteux au contraire, de n'avoir pas enrichi, de quelques faits nouveaux, cette science qui a pour but l'investigation des secrets de la nature?

Mais, dira-t-on, pourquoi donc cet homme n'est-il pas connu davantage et cité plus souvent? C'est principalement parce que la science qu'il avait étudiée est morte avec lui, pour ne renaître, avec un nouvel éclat, que du temps de Lyonet et de l'immortel Cuvier; et si, malgré l'éloge distingué que ce dernier a fait des travaux de Swammerdam, ceux-ci n'ont pas été aussi connus qu'ils méritaient en effet de l'être, cela doit être attribué en partie à ce que son ouvrage est revêtu d'une forme ancienne qui ne plaît plus de nos jours. Je me suis permis ces remarques afin d'attirer l'attention sur les ouvrages de ce grand et illustre scrutateur de la nature.

J'emprunterai ici quelques passages des ouvrages de ces deux observateurs, Malpighi et Swammerdam, pour démontrer l'inexactitude des assertions de M. Léon Dufour. Malpighi dit entre autres : *Cordium motus non*

eadem omnino temporis differentia succedunt, sed in Bombycibus, sicut et in aliis etiam, ab extremo corculo, ad caudam locato, primus constrictionis motus emergit. Latiori enim C. compresso, contentus illico tenuis humor exprimitur per D in subsequens corculum B a quo in E et ita successivus fit tumor, qui in celeri diastole adeo confusus est, ut distingui nequeat. Patet autem, dum prope extinctionem manifestæ succedunt compressiones, propulso vitali illo humore ex corculo in corculum, velut ex auricula in cor, vel ex corde in arterias.

An a corde arteriæ Ariantur vitalem succum deferentes, nondum certo assequutus sum; visus tamen interdum sum in Aurelia conspicuos ramos in annulorum interstitiis deprehendere, unde Arteriarum truncos esse conjeci[1]. On pourra consulter de même, à cet endroit, tout ce qu'il dit du vaisseau dorsal.

Je citerai plusieurs passages où Swammerdam fait mention du vaisseau dorsal et de vaisseaux sanguins; ainsi il dit, page 248 [2] : *Aderen en Slag-aderen kan men niet sien dat se* [l'estomac de l'éphémère] *heeft; ende dat van wegen het bloet deser Dierkens, 't geen wateragtig is; waardoor alle het onderscheijt van die deelen weggenomen wort : ende om welke reden, dat deese Dierkens de naam van Bloedeloose verkregen hebben;* page 254, en parlant du système nerveux du même animal : *Of hij Aderen ende Slag-aderen ontfangt, dat vertrouw ik seekerlijk; hoewel ik het nooijt gesien heb;* page 577, à propos de la chenille du *Vanessa Urticæ : Het Hert is niet bekwamer te sien, dan dat men de Rups op sijn Rug leijt, en die dan op de Buijk opent, als dan siet men dat het selve het gansche ligchaam doorgaat, en de Staart, de Buijk, en Borst doorloopt, gaande voorts heel omhoog tot de Hersenen. Het is een dun en subtiel langwerpig pijpken, dat veselagtige, langwerpige, en dwars lopende spieragtige draden heeft, die men niet, dan door een swaare moeijte ende kunst, sien kan. Hier en daar is het eenigsins verwijdert, en dan weer samengetrokken, ook lopen daar eenige longaderen door. Om sijn samentrekking te maaken, heeft het sijn eijge Vesels, maar om het te verwijden, soo siet men, dat het aan weersijden een groot getal verdeelde Spieren heeft, die als een Spierhaar vertoonen, hoewel nogtans dat se ligt te scheijden sijn, en in veele Spieren te separeren;* page 589,

[1] *Marcelli Malpighii, dissertatio epistolica de Bombyce.* Londini, 1669, pag. 55 et 85, et *Opera omnia.* Lugd. Bat., 1687, t. II, pag. 21 et 42.

[2] *Bybel der Natuure.*

en parlant de l'insecte parfait du *Vanessa Urticæ,* qui vient de quitter l'état de chrysalide : *Het Dierken dan in dese staat sijnde, soo word alles het geen in hem is, ende bijsonderlijk sijn bloet, seer sterk beweegt, dat gistende door de bloetvaten uijt het Hert in de Vleugelen gevoert wort; en uijt de Longen wort de Lucht daar in geperst.* En outre, on pourra encore consulter les pages 70, 224, 246, 255, 310, 315, 341, 584, 586, 588, 665, 675, 707 et les figures suivantes : planche 15, fig. 4; planche 27, figure 8; planches 30, figure 7, et planche 34, figure 6; on y trouvera des observations sur les organes de la circulation dans les insectes.

Je citerai encore un petit ouvrage que l'auteur a publié lui-même[1], tandis que la plus grand partie des ses ouvrages a été publié, comme on sait, longtemps après sa mort, par Boerhaave.

Quant à Lyonet, je n'en puis dire que ce que j'ai fait remarquer en général sur les savants décédés, cités par M. Léon Dufour comme partisans de son opinion, savoir : qu'un jugement ne peut plus être reconnu comme bon, quand il est rejeté par les auteurs venus après, non à cause d'un raisonnement, mais à cause d'observations nouvelles, inconnues à leurs devanciers. Toutefois Lyonet n'a pas non plus nié positivement la circulation, mais bien l'existence de vaisseaux sanguins; et si M. Léon Dufour peut le citer comme favorable à son opinion, c'est qu'à l'époque où Lyonet écrivait, on considérait ces deux phénomènes comme dépendants l'un de l'autre. Lyonet considérait en effet l'opinion, que le vaisseau dorsal remplit les fonctions de cœur, comme très-probable, et il lui conserve son nom de *cœur.*

M. Léon Dufour, cependant, ne semble pas encore pouvoir abandonner son ancienne opinion, puisqu'il ne veut pas reconnaître la vraie structure du vaisseau dorsal. Lyonet a connu le vaisseau dorsal bien mieux que M. Léon Dufour, car il ne le décrit pas comme un cordon sans cavité,

[1] J. Swammerdam, *Historia Insectorum generalis, ofte Algemeene Verhandeling van de Bloedeloose Dierkens.* Utrecht, 1669, page 93. Je cite principalement ce passage pour ne pas induire en erreur sur le temps où l'auteur a vécu et fait ses observations. Il arrive qu'on se trompe, puisqu'on cite ordinairement le grand ouvrage publié par Boerhaave : l'on croit souvent que ses observations sont postérieures à celles de Malpighi, tandis qu'elles appartiennent au même temps.

mais comme un canal rempli de liquide, analogue au sang des insectes, et ouvert à sa partie antérieure [1].

Audouin, que je sache, ne s'est pas exprimé directement sur le phénomène de la circulation; je ne connais de cet auteur que ce qu'en rapporte Dugès dans ses *Recherches sur la circulation, la respiration et la reproduction des annélides abranches* [2] : il dit que son ami, Audouin, lui a fait part qu'il a observé une division en branches du vaisseau dorsal, dans le corselet de plusieurs hyménoptères; on pourrait en conclure qu'il n'était pas de l'avis de M. Léon Dufour. Si Audouin a exprimé quelque part une opinion contraire, ce n'est pas dans les derniers temps de sa vie.

On peut dire de même de MM. Marcel de Serres et Dumeril, qu'ils n'ont pas émis récemment leur opinion; toutefois, comme ces deux savants vivent encore, ils pourront se prononcer sur cette question.

M. Duvernoy, depuis 1839, s'est déclaré positivement pour l'existence de la circulation dans les insectes, comme on peut s'en assurer en lisant ce qu'il a ajouté à la seconde édition des *Leçons d'anatomie comparée* de George Cuvier [3]. Il est inconcevable que M. Léon Dufour ait pu comprendre M. Duvernoy parmi les incrédules qui n'admettent pas cette circulation.

M. Léon Dufour est donc le seul des savants qui aujourd'hui refusent une circulation aux insectes.

Je vais terminer en empruntant encore quelques mots à Swammerdam : « *Hoewel de Schrijvers, hier een monstreuse vervorming uijtgesmeet hebben, die geen selfstandigheid nog weesen heeft, als in de uijtvindingen van haare speculatien. En dat seer belaggelyk is, sy hebben eenige honderden van Jaaren de reedenen nagevorst, op welke dese vervorming geschiede, die nogtans nimmermeer in de Natuur te vinden is. Siet so dwaalt men, als men het verstant en de reeden, tot sijn*

[1] On peut voir ce que Lyonet en dit au chapitre XI, où il traite *du cœur :* P. Lyonet, *Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois de saule.* La Haye, 1762, pages 412 et suivantes, principalement pag. 426.

[2] *Ann. des sc. nat.*, 1828, tom. XV, pag. 308.

[3] G. Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*, seconde édition, revue par G. L. Duvernoy, tom. VI, Paris, 1839, pages 440 et suivantes.

leermeester neemt, en dat men in sijn studeerkamer sittende ende speculeerende, de heerlijkheid van de werken Gods versuijmt, die de waare leermeesters onser onwetenheid sijn! * »

ÉNUMÉRATION

De différentes espèces d'insectes dans lesquels des phénomènes de circulation du fluide nourricier ont été observés par les auteurs.

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
MYRIAPODES.		
1. *Julus* (*guttulatus?*) . . .	Circulation dans les antennes et les pattes .	L'AUTEUR [1].
2. *Lithobius forficatus* . . .	Pulsation du vaisseau dorsal et circulation dans les pattes et les antennes. . . .	TYRREL [2], L'AUTEUR.
3. *Geophilus*	Phénomènes de circulation.	TYRREL [3].
THYSANOURES.		
4. *Podurelles*	Circulation dans le corps	NICOLET [4].
5. *Podura plumbea*	Pulsation du vaisseau dorsal	L'AUTEUR.
PARASITES.		
6. *Pediculus humanus capitis.*	Pulsation du vaisseau dorsal et pulsation dans les pattes	BAKER [5], DUGÈS [6].

[1] Partout où l'espèce n'est pas indiquée, il m'a été impossible de la déterminer jusqu'ici. On comprendra aisément la difficulté de cette détermination, si l'on fait attention que la plupart des observations ont été faites ou sur des larves d'insectes, ou sur des individus jeunes qui n'avaient pas encore acquis leur entier développement; toutefois cette détermination reste encore toujours possible, puisque, chez moi, les individus sont connus. Lorsque les espèces ont été observées par d'autres auteurs, ceux-ci n'ont pas non plus mentionné le nom de l'espèce, si ce nom n'est pas indiqué dans la liste. Quand je n'étais pas tout à fait certain de la détermination de l'espèce, j'y ai mis un point d'interrogation.

[2] *Proceedings of the royal society*, jan. 15, 1835. Voyez Newport, à l'article *Insecta*, dans *Todd's Cyclop. of. anat. a. physiol.*, vol. II. London, 1839, p. 980. | [3] *Idem*. Quand, pour les phénomènes observés, on ne trouve indiqué dans la liste que les *phénomènes de circulation*, c'est que les auteurs n'ont pas désigné spécialement les phénomènes observés.

[4] *Recherch. pour serv. à l'hist. des Podurelles*, dans les *Neue Denkschr. d. Allgem. Sweiz. Gesellsch. f. die gesamm. Naturwissensch.*, Bd. VII.

[5] *On the microscope*. London, 1755, vol. I, p. 176 et 178. | [6] *Traité de physiologie comp.* Paris, 1838, t. II, p. 438.

* *Bybel der Nat.*, p. 580.

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
7. *Liotheum.*	Pulsation du vaisseau dorsal	CARUS [1].
SUCEURS.		
8. *Pulex irritans*, la larve .	Mouvement du vaisseau dorsal et du fluide nourricier	RÖSEL [2].
COLÉOPTÈRES.		
9. *Coléoptères*, des larves. .	Phénomènes de la circulation	CARUS [3].
10. *Melolontha solstitialis* .	Circulation dans les élytres	CARUS [4].
11. *Melolontha Frichii.* . .	Circulation dans les élytres	CARUS [5].
12. *Dytiscus*	Circulation dans les élytres	CARUS [6], GORING et PRITCHARD [7].
13. *Dysticus*, des larves. . .	Circulation dans le corps	CARUS [8], DUGÈS [9].
14. *Lycus sanguineus* . . .	Circulation dans les élytres	CARUS [10].
15. *Lampyris italica* . . .	Circulation dans les élytres	CARUS [11].
16. *Lampyris splendidula* .	Circulation dans les élytres et dans le bord antérieur du bouclier.	CARUS [12], DUGÈS [13].
17. *Clerus formicarius*, la larve.	Circulation aux côtés du corps, principalement aux points de combinaison des anneaux	L'AUTEUR [14].

[1] *Entdeckung eines einfachen vom Herzen aus beschleunigten Blutkreislaufes in den Larven netzflüglicher Insecten.* Leipzig, 1827, s. 23.

[2] *Insecten Belustigung*, Theil. II. Nürnberg, 1749. *Sammlung derer Mücken und Schnacken Deutschland's*, s. 15.

[3] *Lehrbuch der Zootomie*, 2te Aufl. Leipzig, 1834. Theil. I, s. 763. | [4] *Verhandlungen der Kaiserlichen-Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher*, Band. XV, Abth. 2. Breslau und Bonn, 1831, s. 11.

[5] *Lehrb. d. Zootomie*, Th. I, s. 764.

[6] *Verh. d. Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. d. Naturf.*, Bd. XV, Abth. 2, s. 11.

[7] Brewster, *A Treatise on the microscope.* Edinburgh, 1837, p. 188. L'auteur y cite *Pritchard's Microscopic Illustrations*, et le *Microscopic cabinet;* toutefois, dans le *Microscopic cabinet*, je n'ai trouvé mentionnés nulle part des phénomènes de circulation, et n'ayant pu consulter les *Microscopic illustrations*, je ne puis citer que ce passage de Brewster; il en sera de même des autres citations de ces auteurs.

[8] *Entdeck. eines einf. Blutkreisl.*, s. 37, dans la note. | [9] *Traité de physiol. comp.*, t. II, p. 441. | [10] *Lehrb. d. Zootom.*, Th. I, s. 764. | [11] *Verhandl. d. Kaiser.-Leop.-Carol. Akad. d. Naturf.*, Bd. XV, Abth. 2, s. 11. | [12] *Idem*, s. 11 et 13, tab. 51, fig. 2. | [13] *Traité de physiol. comp.*, t. II, p. 441.

[14] Il a été fait un dessin de cette larve, parce qu'au temps où j'y observais des phénomènes de circulation, j'ignorais à quelle espèce elle appartenait, quoique cependant il fût assez manifeste qu'elle appartenait à un coléoptère. Par la suite, cette larve est devenue nymphe, et il en est venu un *Clerus formicarius*. Or, une chose remarquable chez ces larves, c'est que j'en ai trouvé en abondance sous l'écorce de vieux troncs de pins; que je leur ai donné pour nourriture des morceaux de l'écorce de ces arbres, et qu'elles en mangèrent, en y creusant des trous ronds et en y faisant des espaces ovales qu'elles couvraient, à l'intérieur, d'un tissu soyeux d'un blanc luisant, pour y subir leur métamorphose. Ainsi, j'en ai encore une aujourd'hui, le 10 janvier 1844, que j'ai prise dans le mois de juin 1843 et nourrie jusqu'ici avec de l'écorce de pin. Je dis que cela est remarquable, car on croit généralement, et tous les observateurs l'ont dit, que les larves des

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
18. *Dermestes lardarius* . .	Circulation dans les élytres	CARUS [1].
19. *Hydrophilus*, la larve. .	Phénomènes de circulation.	CARUS [2], GORING et PRITCHARD [3].
20. *Rhynchophore*, la larve .	Circulation dans tout le corps	L'AUTEUR [4].
21. *Rhynchophore*, la larve .	Circulation dans tout le corps	L'AUTEUR [5].
ORTHOPTÈRES.		
22. *Orthoptères*, indiv. jeunes.	Phénomènes de circulation.	CARUS [6].
23. *Forficula auricularia*, individu jeune [7]	Circulation dans les pattes, les antennes et les appendices en forme de pinces de l'abdomen	L'AUTEUR.
24. *Mantis*	Circulation dans les ailes	EHRENBERG et HEMPRICH [8].
25. *Locusta*	Circulation dans les ailes	BAKER [9].
26. *Locusta viridissima* . .	Circulation dans les ailes	L'AUTEUR.
27. *Locusta verrucivora* . .	Circulation dans les ailes	L'AUTEUR.

clairons vivent de larves d'autres insectes : ainsi celles du *Clerus formicarius* dévoraient celles des fourmis. Toutefois, je me rappelle maintenant que lorsque j'ai recueilli ces larves, j'ai pris en même temps des larves de l'*Acanthocinus ædilis*; en les mettant toutes ensemble dans un même endroit, avec des morceaux d'écorce de pin, celles de l'*Acanthocinus ædilis* périrent toutes en peu de jours et semblaient avoir été dévorées; il est bien probable que les larves des clairons les ont tuées et dévorées. Dans la suite, je n'ai plus donné aux larves des clairons des larves d'insectes, mais seulement de l'écorce de pin, et elles en mangèrent avec avidité; ainsi donc, ces larves semblent pouvoir se nourrir aussi bien de matières végétales que de matières animales, et leurs intestins peuvent digérer aussi bien différentes larves d'insectes que l'écorce de pin; cela me paraît être une chose très-intéressante pour la question du rapport qui existe entre la structure des intestins et les différents nutriments que ceux-ci sont destinés à digérer.

[1] *Lehrb. d. Zootom.*, Th. I, s. 764. | [2] *Entdeck. eines einf. Blutkreisl.*, s. 37, dans la note.

[3] Brewster, *A Treatise on the microscope*, p. 188.

[4] Voyez les figures 16-19. J'ai pris ces larves dans le mois de mai, les rencontrant en grand nombre dans l'intérieur des feuilles de l'orme; l'insecte parfait qui en provient m'est inconnu; toutefois, il n'y a pas de doute qu'il n'appartienne aux *Rhynchophores*. C'est probablement le même insecte que Réaumur a décrit et figuré dans le tome III de ses *Mémoires pour servir à l'hist. des insectes*, MÉM. I, p. 31, pl. III, fig. 17 et 18; l'insecte parfait, fig. 18, est figuré trop incomplétement pour pouvoir être déterminé, mais il est manifeste que c'est un *Rhynchophore*, peut-être un *Attelabus* ou un genre voisin. Swammerdam a décrit et mieux figuré un insecte analogue qui vit dans l'intérieur des feuilles du saule, *Bybel der Natuure*, p. 743, tab. 44, fig. 8-13. En outre, Réaumur décrit encore deux autres espèces d'insectes analogues; et c'est, je crois, tout ce qu'on sait sur l'histoire de ces insectes. Quand, dans la suite de cete liste, on trouve mentionné, comme ici, pour les phénomènes observés : *circulation dans tout le corps*, j'entends par là qu'on a observé ces phénomènes presque dans tout le corps de l'animal et qu'on a vu principalement les pulsations du vaisseau dorsal, le mouvement du fluide nourricier dans ce vaisseau et la connexion qui existait entre ce mouvement du vaisseau dorsal et les autres phénomènes de la circulation.

[5] C'était une larve analogue à la précédente, mais d'une autre espèce, qu'on trouve, quelque temps plus tard, dans l'intérieur des feuilles de l'aune. | [6] *Lehrb. der Zootom.* Th. I, s. 763. | [7] Bientôt après une mue.

[8] Alex. von Humboldt, *Bericht über die Naturhist. Reisen der Herren Ehrenberg und Hemprich.* Berlin, 1826, s. 22. | [9] *On the microscope*, vol. I, p. 130.

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
HÉMIPTÈRES.		
28. *Cimex lectularius* . . .	Circulation dans les pattes	BAKER [1].
29. *Reduvius*	Pulsation dans les jambes	BEHN [2].
30. *Naucoris*	Pulsation dans les jambes	BEHN [3].
31. *Nepa*	Pulsation dans les jambes	BEHN [4], DUGÈS [5].
32. *Nepa*, individu jeune . .	Circulation dans le corps et les pattes, pulsation dans les jambes	DUGÈS [6].
33. *Nepa cinerea*, indiv. jeune.	Circulation aux côtés du corps et pulsation du vaisseau dorsal.	WAGNER [7].
34. *Ranatra linearis* . . .	Circulation dans les pattes et pulsation dans les jambes	BEHN [8].
35. *Corixa*	Pulsation dans les jambes	BEHN [9].
36. *Plea*	Pulsation dans les jambes	BEHN [10].
37. *Sigara coleoptrata* . . .	Pulsation dans les jambes; on n'a pas observé des globules dans le fluide nourricier . .	L'AUTEUR [11].
38. *Notonecta*	Pulsation dans les jambes	DUGÈS [12].
39. *Notonecta glauca*, individu jeune	Circulation dans les pattes, pulsation du vaisseau dorsal et pulsation dans les jambes.	CARUS [13], BEHN [14].
40. *Cercopis spumaria*, individu jeune	Circulation dans les pattes, pulsation dans les jambes	L'AUTEUR.
41. *Tettigonia viridis*, indiv. jeune	Circulation dans les pattes, pulsation dans les jambes	L'AUTEUR [15].
42. *Aphis*	Pulsation dans les jambes; on n'a pas observé des globules dans le fluide nourricier . .	L'AUTEUR [16].
43. *Aphis rosæ*	Pulsation dans les jambes; on n'a pas observé des globules dans le fluide nourricier . .	L'AUTEUR.

[1] *On the microscope*, vol. I, p. 131. | [2] *Archiv f. Anat. und Physiol. v.* Müller. Jahrg. 1835, s. 561. Dans le chapitre suivant, il sera traité de ce phénomène, ainsi que des autres. | [3] *Idem.* | [4] *Idem.*
[5] *Traité de physiol. comp.*, t. II, p. 441. | [6] *Idem*, p. 442.
[7] *Isis* von Oken, 1832, s. 325.
[8] *Archiv f. Anat. u. Physiol. v.* Müller. Jahrg. 1835, s. 561. | [9] *Idem.* | [10] *Idem.*
[11] Voyez les figures 24 et 25. | [12] *Traité de physiol. comp.*, t. II, p. 441.
[13] *Verhandl. der Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. der Naturf.*, Bd. XV, Abth. 2, s. 8. Carus dit ne pas avoir observé des globules dans le fluide nourricier.
[14] *Archiv f. Anat. u. Physiol. v.* Müller. Jahrg. 1835, s. 558 et tab. XIII, fig. 13 et 14. | [15] Voyez fig. 26.
[16] J'ai trouvé cette espèce d'*Aphis* sur le genêt.

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
NÉVROPTÈRES.		
44. *Névroptères*, des larves .	Circulation dans tout le corps	ALLEN THOMSON [1].
45. *Libellula*	Phénomènes de circulation.	GORING et PRITCHARD [2].
46. *Libellula depressa* . . .	Circulation dans les ailes	CARUS [3].
47. *Libellula*, des larves . .	Circulation dans tout le corps	DUGÈS [4].
48. *Agrion puella*	Phénomènes de circulation	GORING et PRITCHARD [5].
49. *Agrion*, des larves . . .	Circulation dans tout le corps	DUGÈS [6].
50. *Agrion*, la larve . . .	Phénomènes de circulation dans le vaisseau dorsal et de côté	L'AUTEUR [7].
51. *Agrion*, la larve. . . .	Phénomènes de circulation dans le vaisseau dorsal et de côté	L'AUTEUR [8].
52. *Agrion puella*, la larve .	Circulation dans les appendices branchiales, les germes des ailes et la tête	CARUS [9], WAGNER [10].
53. *Agrion forcipula*, la larve.	Circulation dans le corps et le vaisseau dorsal.	CARUS [11], WAGNER [12].
54. *Ephemera*, des larves . .	Circulation dans tout le corps	GRUITHUISEN [13], DUGÈS [14].
55. *Ephemera lutea*	Circulation dans les ailes	CARUS [15].
56. *Ephemera marginata* . .	Circulation dans les ailes	CARUS [16].
57. *Ephemera marginata*, la larve	Circulation dans tout le corps	GORING et PRITCHARD [17], BOWERBANK [18].

[1] A l'article *Circulation* dans *Todd's Cyclopaedia of anat. a. physiol.* vol. I. London, 1836, p. 651 et fig. 325.

[2] Brewster, *A Treatise on the microscope*, p. 188. | [3] *Verhandl. d. Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. d. Naturf.*, Bd. XV, Abth. 2, s. 11. | [4] *Traité de physiol. comp.*, t. II, p. 440. | [5] Brewster, *A Treatise on the microscope*, p. 188.

[6] *Traité de physiol. comp.*, t. II, p. 440.

[7] Je n'ai pu déterminer l'espèce de cette larve d'Agrion.

[8] C'était une larve d'une autre espèce que la précédente, que je n'ai pu déterminer non plus.

[9] *Entdeck. eines einf. Blutkreisl.*, s. 9, Taf. I. | [10] *Isis* von Oken, 1832, s. 324.

[11] *Entdeck. eines einf. Blutkreisl.*, s. 14, Taf. II. Carus croyait que cette larve était peut-être celle d'un *Semblis*, d'un *Sialis* ou d'un genre analogue, mais Von Siebold nous a appris qu'elle ressemble tout à fait aux jeunes larves de l'*Agrion forcipula*. Voyez Erichson, *Archiv für Naturgeschichte gegründet von Wiegmann.* Jahrg. VII. Berlin, 1841, s. 211.

[12] *Isis* von Oken, 1832, s. 324 et Taf. II, fig. 5.

[13] *Salzburg. med. chir. Zeitung.* 1818, nº 92, et *Isis* von Oken, Bd. I. 1820, s. 247. | [14] *Traité de physiol. comp.*, tom. II, p. 440. | [15] *Verhandl. d. Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. der Naturf.*, Bd. XV, Abth. 2, s. 11. | [16] *Idem.*

[17] *Microscopic illustrations*, vol. I. London, 1832, p. 26. Voyez Lacordaire, *Introduction à l'entomol.*, t. II, p. 77, et Brewster, *A Treatise on the microscope*, p. 188.

[18] *Entomological Magazine*, vol. I, 1833, p. 239, pl. 2. Voyez Lacordaire, *idem*, et Newport, à l'article *Insecta*, dans *Todd's Cyclop. of anat. a. physiol.*, vol. II, p. 979.

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
58. *Ephemera* (*diptera?*) . .	Circulation dans les ailes, pulsation du vaisseau dorsal et mouvements ondulatoires dans l'abdomen	L'AUTEUR[1].
59. *Ephemera* (*diptera?*), la larve	Circulation dans tout le corps	CARUS[2], WAGNER[3], L'AUTEUR[4].
60. *Ephemera vulgata*, la larve.	Circulation dans les branchies	CARUS[5].
61. *Hemerobius chrysops* . .	Circulation dans les ailes	CARUS[6].
62. *Hemerobius albus* . . .	Circulation dans les ailes	L'AUTEUR.
63. *Hemerobius perla* . . .	Circulation dans les ailes	BOWERBANK[7] et L'AUTEUR.
64. *Semblis viridis*	Circulation dans les ailes et les antennes . .	CARUS[8].
65. *Semblis bilineata* . . .	Circulation dans les ailes et les antennes . .	CARUS[9], GORING et PRITCHARD[10].
66. *Perla viridis*.	Circulation dans les ailes et les antennes . .	GORING et PRITCHARD[11].
67. *Phryganea grandis* . .	Circulation dans les ailes et les antennes . .	L'AUTEUR.
HYMÉNOPTÈRES.		
68. *Cimbex lucorum*, la larve.	Circulation dans les pattes des segments thoraciques.	L'AUTEUR[12].

[1] Voyez fig. 30. Dans le prochain chapitre, on trouvera des renseignements sur le phénomène des mouvements ondulatoires dans l'abdomen.

Les éphémères étaient jusqu'ici très-mal déterminées, et, dans le temps où j'ai fait cette détermination, je devais regarder cette espèce comme l'*Ephemera diptera*, d'après les classifications existantes. M. Pictet s'occupe actuellement d'une nouvelle rédaction de cette famille des névroptères, et, d'après lui, je crois devoir tenir cette espèce pour le *Cloë bioculata*. Comme je n'ai pu consulter cependant que la figure de cette espèce, n'ayant pas encore reçu le texte, je ne puis l'affirmer positivement. La larve suivante appartient aussi à cette espèce. (Pictet, *Histoire nat., générale et partic. des insectes névroptères*. Genève, 1843, 7e liv., pl. 34.)

[2] *Entdeck. eines einf. Blutkreisl.*, s. 16, Taf. 3. | [3] *Isis* von Oken, 1832, s. 322 et taf. 2, fig. 1-4.

[4] Voyez fig. 1. — Carus et, d'après lui, tous les auteurs ont désigné cette larve comme étant une *Ephemera vulgata*, quoiqu'elle n'appartienne certainement pas à cette espèce. C'est la même que Réaumur a décrite et figurée dans ses *Mém. pour servir à l'hist. des insectes*, t. VI, MÉM. XII, p. 467 et pl. 45, fig. 1-6; mais il ne décrit pas l'insecte parfait. Or, il me semble très-probable que c'est la larve de l'*Ephemera diptera*, car dans les mêmes endroits où j'ai trouvé ces larves en abondance dans les eaux, j'ai pris aussi plusieurs fois des insectes parfaits de l'*Ephemera diptera*, tandis que je n'y ai trouvé ni larves ni insectes parfaits d'autres espèces.

[5] *Entdeck. eines einf. Blutkreisl.*, s. 18, dans la note. | [6] *Verhandl. d. Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. d. Naturf.*, Bd. XV, Abth. 2, s. 11. | [7] *Entomol. Magaz.*, vol. IV, 1836, p. 179, pl. 15. Voyez Newport, à l'article *Insecta*, dans *Todd's Cyclop. of. anat. a. physiol.*, vol. II, p. 980.

[8] *Entdeck. eines einf. Blutkreisl.*, s. 23 u. 37, dans les notes, et *Verhandl. d. Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. d. Naturf.*, Bd. XV, Abth. 2, s. 12 u. Tab. 51, fig. 3.

[9] *Verhandl. d. Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. d. Naturf.*, Bd. XV, Abth. 2, s. 9, u. Tab. 51, fig. 1.

[10] Brewster, *A Treatise on the microscope*, p. 188.

[11] *Idem*. Je ne sais si c'est une autre espèce que le *Semblis viridis*.

[12] L'observation des phénomènes de la circulation dans ces fausses chenilles est très-difficile; elles s'y prêtent mal, de

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
69. *Cladius difformis*, la larve.	Circulation dans les pattes des segments thoraciques.	L'AUTEUR.
70. *Pompilus viaticus*, la larve.	Circulation dans tout le corps	L'AUTEUR[1].
LÉPIDOPTÈRES.		
71. *Lépidoptères*, des chrysalides	Circulation dans les germes des ailes . . .	CARUS[2].
72. *Vanessa urticae*, la chrysalide.	Circulation dans les ailes de l'insecte qui va quitter la chrysalide	SWAMMERDAM[3].
73. *Smerinthus populi*. . .	Circulation dans les ailes	L'AUTEUR.
74. *Cossus ligniperda*, jeune larve.	Circulation aux côtés du corps entre les anneaux et dans la tête	L'AUTEUR.
75. *Noctua* (*brassicae ?*), larve.	Circulation aux côtés du corps entre les anneaux	L'AUTEUR[4].

même que toutes les chenilles ; aussi n'y suis-je parvenu qu'après plusieurs essais infructueux. Toutefois, dans les pattes mentionnées, j'ai observé ces phénomènes très-exactement, et j'y suis parvenu en observant ces animaux quand ils mangeaient. Ils ont la coutume de tenir le bord de la feuille qu'ils dévorent entre les pattes des segments thoraciques, tandis qu'ils se tiennent par leurs autres pattes sur cette feuille. Ces pattes thoraciques sont alors étendues, puisqu'ils penchent la tête en bas pour atteindre le bord de la feuille avec leurs mandibules, et, en mettant l'animal de cette manière sous le microscope, on peut en observer une partie au moyen de la lumière transmise.

[1] Voyez fig. 22. — Une femelle de cette espèce avait creusé un trou dans un sentier très-dur ; bientôt après, elle y apporta une araignée, et le referma avec de la terre aussi compacte qu'auparavant. Le jour suivant, j'ai ouvert le sol en cet endroit, et j'y ai trouvé l'araignée dans une excavation, portant déjà une très-petite larve sur son dos ; je l'ai conservée de cette manière dans une motte de terre, où se trouvait l'excavation, et au bout de huit jours, la larve avait acquis la grandeur qui est indiquée à côté de la figure ; elle se tenait toujours sur le dos de l'araignée et la dévorait à l'intérieur en laissant la peau ; de là vient que ces larves dirigent toujours leur tête et la partie antérieure de leur corps vers le bas et l'appliquent souvent sur le ventre. Je l'ai alors enlevée de l'araignée et je l'ai conservée encore pendant huit jours, au bout desquels elle mourut. Dans cet intervalle, elle a été observée plusieurs fois, et le dessin en a été fait. Pour l'observer, elle était toujours mise dans de l'eau, et je l'y ai laissée souvent près d'une journée, sans que les phénomènes de la circulation cessassent totalement ; ils se ralentissaient de plus en plus, et auraient fini bientôt par cesser complétement, mais en retirant la larve de l'eau, elle reprenait vie après quelque temps. J'ai répété plusieurs jours de suite cette opération, pour l'observer et la dessiner, parce qu'elle devenait alors bientôt immobile par l'asphyxie. De cette manière, on n'avait à regarder qu'à ce qu'elle tînt la tête étendue et non pas penchée en bas contre le ventre. Ces remarques sur les mœurs de ces insectes ne me semblent pas inutiles, puisqu'elles diffèrent en quelque sorte de ce qu'on en raconte d'ordinaire. Il paraît donc, que les femelles enfouissent une araignée, dans laquelle elles ne pondent qu'un œuf ; qu'elles n'apportent pas journellement de la nourriture à leurs larves ; qu'elles n'ont pas de trous souterrains à plusieurs issues, et que ce sont des araignées, comme le dit aussi Latreille, dont elles se servent pour y pondre leurs œufs. Voyez ce qu'en dit Dahlbom, dans un livre tout récent : *Hymenoptera Europaea ; per familias, genera, species et varietates disposita atque descripta ab* Andr. Gustav. Dahlbom, Fasciculus I. Lundae, 1843, p. 57.

[2] *Verhandl. d. Kaiserl.-Leop.-Carol. Akad. d. Naturf.* Bd. XV, Abth. 2, s. 8. | [3] *Bybel der Natuure*, p. 589.

[4] Je n'oserais décider si cette larve était en effet celle de la *Noctua brassicae* ; les larves de cette *Noctuelle* ressemblent tant à celles de quelques espèces voisines qu'il est presque impossible de les déterminer avec certitude. Toutefois cette

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
76. *Phlogophora meticulosa* .	Phénomènes de circulation.	BOWERBANK [1].
77. *Pyralis pomana*, la larve.	Circulation aux côtés du corps.	L'AUTEUR [2].
78. *Ornix lusciniae-pennella*, la larve	Circulation aux côtés du corps aux points de combinaison des anneaux	L'AUTEUR [3].
DIPTÈRES.		
79. *Diptères*, des larves. . .	Phénomènes de circulation	CARUS [4].
80. *Chironomus* (*plumosus ?*), la larve	Pulsation du vaisseau dorsal sans avoir pu observer des globules dans le fluide nourricier	L'AUTEUR [5].
81. *Chironomus*, la larve . .	Circulation dans tout le corps	L'AUTEUR [6].
82. *Eristalis tenax*	Phénomènes de circulation	BURMEISTER [7].
83. *Eristalis nemorum*. . .	Phénomènes de circulation.	BURMEISTER [8].
84. *Syrphus* (*ribesii ?*), la larve.	Circulation dans tout le corps	L'AUTEUR [9].

certitude est de peu d'intérêt pour la question de la circulation, car je ne doute nullement que l'on n'aperçoive ces phénomènes dans les espèces voisines lorsqu'on pourra les soumettre à l'observation. Quant à l'existence réelle de cette circulation, comme je l'ai déjà dit, je n'en doute pour aucun insecte.

[1] *Entomol. magazine*, vol. I, p. 243. Voyez Newport, à l'article *Insecta*, dans *Todd's Cyclop. of anat. a. physiol.*, vol. II, p. 980.

[2] J'ai trouvé ces larves de *Pyrale* en automne, dans le pepin des poires. Elles ressemblaient exactement à celles qu'on trouve dans les pommes, le *Pyralis pomana;* toutefois je ne sais pas si c'est la même espèce (*). Réaumur en fait aussi mention dans ses *Mém. pour servir à l'hist. des insectes*, t. II, MÉM. XII, p. 501.

[3] C'est cette teigne qu'on trouve sur les feuilles d'orme et que Réaumur a figurée et décrite, dans le tome IV de ses *Mém. pour servir à l'histoire des insectes*, MÉM. IV, p. 97 et pl. 8, fig. 1-16, de même que l'insecte parfait, pl. 10, fig. 13 et 14.

[4] *Lehrb. d. Zootom.*, Th. I., s. 763.

[5] Voyez les figures 2 à 7. — Dans l'eau où je conservai ces larves, j'ai observé plusieurs fois des peaux qu'elles avaient rejetées; toutefois, je n'oserais décider si elles les avaient rejetées lors du changement en nymphe, ou si elles le font plusieurs fois. C'est la même larve que Réaumur a figurée tom. V., pl. 5. Meigen croit que ce n'est pas le *Chironomus plumosus*.

[6] C'étaient des larves d'une autre espèce de *Chironomus*, dont l'insecte parfait m'est inconnu. Elles étaient surtout remarquables en ce que j'y observai des globules dans le fluide nourricier, mais en très-petit nombre, tandis que je n'en vis jamais dans l'espèce précédente, quoique j'en aie observé plusieurs individus et à différents âges.

[7] *Handbuch der Entomologie*. Berlin, 1832, s. 436. | [8] *Idem*.

[9] Voyez fig. 23. — J'ai trouvé cette larve sur les fruits du framboisier, mais je n'oserais décider avec certitude si c'est la même larve que celle qu'on trouve sur le groseillier. J'ai retenu une pareille larve pendant quatorze jours sans nourriture; après ce laps de temps, je lui présentai une framboise, car ses intestins ayant la même couleur que ce fruit, je soupçonnai qu'elle le prenait pour nourriture, mais elle n'en mangea point; je lui offris alors des pucerons de différents arbres, et elle se mit bientôt à les dévorer. Il est donc probable qu'elle s'était nourrie de pucerons qui vivent sur les framboises et qui en avaient sucé les sucs rougeâtres, et que de là les intestins de notre larve s'étaient remplis de matières de

(*) L'auteur a constaté, plus tard, que deux insectes parfaits sont sortis des chrysalides de ces larves; ils ont confirmé l'opinion que c'est la même espèce que le *Pyralis pomana*.

ESPÈCES OBSERVÉES.	PHÉNOMÈNES OBSERVÉS.	*Observateurs.*
85. *Syrphus*, la larve . . .	Circulation dans tout le corps	L'AUTEUR [1].
86. *Gastrus equi*, la larve. .	Circulation aux côtés du corps et pulsation du vaisseau dorsal.	L'AUTEUR [2].
87. *Gastrus haemorrhoïdalis*, la larve	Circulation aux côtés du corps et pulsation du vaisseau dorsal.	L'AUTEUR.
88. *Musca domestica* . . .	Phénomènes de circulation.	TYRREL [3].
89. *Musca vomitoria*, la larve.	Circulation dans tous le corps	L'AUTEUR.
90. *Ornithomya avicularia* [4].	Pulsation dans la cuisse	DEGEER [5].

cette couleur, car dans d'autres larves mangeuses de pucerons on ne trouve pas les intestins colorés de cette manière. Lorsqu'elle était prise récemment, une plus grande partie des intestins étaient colorés ainsi, mais alors elle se prêtait moins à l'observation des phénomènes de la circulation; quand elle avait jeûné pendant quelques jours, les intestins se décoloraient, de sorte qu'il ne restait plus que la partie indiquée dans la figure; cette partie toutefois, retenait cette couleur. Je dois encore faire remarquer que, pendant le temps que j'ai conservé cette larve, elle a subi une mue, mais la peau qu'elle a rejetée était extrêmement mince. Dans certains moments où je voulais l'observer, les phénomènes de la circulation se montraient beaucoup moins distinctement, et elle ne paraissait pas aussi transparente qu'auparavant; le lendemain, je trouvais dans sa demeure cette pellicule mince, et elle paraissait de nouveau plus transparente. Il ne me semble pas inutile de faire cette remarque, puisqu'on nie les mues aux larves des diptères.

[1] C'était une autre espèce de larve mangeuse de pucerons d'une couleur verdâtre et dont les intestins colorés n'étaient pas aussi foncés que ceux de la précédente. Je ne saurais déterminer à quelle espèce elle appartient.

[2] Si ces larves, ainsi que celles de l'espèce suivante, avaient été plus jeunes, elles se seraient prêtées bien plus encore à l'observation des phénomènes de la circulation.

[3] *Proceedings of the royal society*, jan. 15, 1835. Voyez Newport, à l'article *Insecta*, dans *Todd's Cyclop. of anat. a. physiol.*, vol. II, p. 980.

[4] Aux *Diptères*, on peut ajouter encore une observation de M. Wagner, sur la pulsation du vaisseau dorsal et sur les globules du sang dans une larve du *Corethra plumicornis* (*Ueber Blutkörperchen bei Regenwürmern, Blutegeln und Dipteren-Larven.* ARCHIV FUR ANAT. UND PHYSIOL. v. Müller, 1835, s. 311). — D'après des observations antérieures, l'auteur avait nié l'existence des globules du sang dans les larves des *Diptères;* il est certain qu'il y a des larves de *Diptères* qui en sont dépourvues, comme nous l'avons vu dans celles du *Chironomus* (*plumosus?*). L'auteur mentionne encore la non-existence de stries transversales sur les ligaments latéraux du vaisseau dorsal, dits les *ailes du cœur*, tandis que ces stries étaient très-manifestes dans les autres muscles du même animal.

[5] *Mémoire pour servir à l'histoire des insectes.* Stockholm, 1775, t. VI, p. 287.

On voit rassemblé dans cette liste un nombre de 90 espèces d'insectes, d'états et d'ordres différents, dans lesquels des phénomènes de circulation ont été constatés par 17 différents observateurs; et si l'on y ajoute encore les observations faites par plusieurs naturalistes sur une même espèce, on obtient un total de 105 observations sur le phénomène de la circulation dans les insectes. Or, si, à ces savants, l'on veut opposer ceux qui tâchent encore actuellement de défendre l'opinion contraire, celle de la

non-existence de cette circulation, c'est M. Léon Dufour seul qu'il faut citer; il a *scrupuleusement analysé et victorieusement combattu*, à ce qu'il croit, *les assertions spécieuses et parfois contradictoires de ceux qui assument cette circulation dans les insectes.*

Il ne manque dans cette liste qu'un ordre d'insectes, dans lequel le phénomène n'a pas encore été observé, celui des *Rhipiptères;* j'ai tâché d'en obtenir des larves sans y réussir jusqu'ici; toutefois cela ne me paraît, pour la question actuelle, que d'une utilité secondaire. D'ailleurs, je n'ai admis dans cette liste que des observations qui me paraissaient assez positives pour pouvoir y être inscrites. On fait encore mention de quelques observations de Réaumur, de Lyonet, de Bonnet, de Nitzsch et de quelques autres, mais elles ne m'ont pas paru pouvoir y trouver place. J'aurais pu, sans doute, augmenter encore cette liste d'une multitude d'autres espèces d'insectes, mais cela m'a paru entièrement inutile; cette partie de la question me semble traitée suffisamment et le phénomène de la circulation dans les insectes se trouve confirmé d'une manière générale. J'ai préféré donner plus de temps à l'observation de quelques insectes qui convenaient plus que d'autres pour éclaircir le phénomène dont l'existence a été démontrée dans ce chapitre. Je vais traiter maintenant, dans un second chapitre, de la manière dont se fait la circulation, en me servant principalement des espèces qui s'y prêtent le mieux.

CHAPITRE SECOND.

—

SUR LA MANIÈRE DONT SE FAIT LA CIRCULATION DANS LES INSECTES.

Chaque insecte ne convient pas également bien pour éclaircir le sujet qui va nous occuper; il faut qu'on observe non-seulement un fait isolé de circulation, mais aussi la connexion qui existe entre ce phénomène et l'action du vaisseau dorsal, et qu'on étudie ainsi, autant que possible, l'ensemble des phénomènes de circulation dans tout le corps. Ce que je viens de dire regarde les observations microscopiques; mais comme on a reconnu qu'il y a des organes servant à la circulation, principalement le vaisseau dorsal, qui domine cette circulation, comme le fait le cœur chez les autres animaux, on pourra encore éclaircir ce phénomène en recherchant la structure de ces organes par le moyen de la dissection. Nous avons donc deux moyens d'étudier ces phénomènes. L'observation microscopique sera le moyen le plus fructueux pour nous dans ces recherches, puisqu'on peut observer de cette manière la structure du vaisseau dorsal mieux que par tout autre procédé, en se servant de petits insectes transparents, pendant que les phénomènes de la circulation ont lieu. Quant à la dissection, je ferai remarquer seulement que les plus grands insectes s'y prêtent le mieux, ce qui se comprend aisément. M. Léon Dufour a reproché à ceux qui préconisent la circulation dans les insectes, qu'ils se servaient principalement de petits insectes. Cependant ce savant n'a pas distingué entre le moyen de l'observation microscopique et celui de la dissection. Comme pour l'un,

les petits insectes conviendront le mieux, ce seront les grands qu'on devra choisir pour l'autre, et, eu égard à cette distinction, le reproche retombe sur M. Léon Dufour lui-même, qui, pour ses dissections, s'est servi de préférence de petits insectes. Quant à moi, je me suis servi principalement pour les dissections de larves adultes du *Sphinx ligustri* et d'insectes parfaits du *Lucanus cervus.*

Je ferai remarquer encore qu'en général j'ai mieux aimé faire mes observations sur un petit nombre d'insectes, mais avec le plus d'exactitude possible, en soumettant ceux-ci à de minutieuses investigations.

Je commencerai par la description de la structure des organes qui servent à la circulation, et principalement par celle du vaisseau dorsal, qui domine cette circulation, comme on le sait déjà, et ainsi qu'on le verra confirmé par mes observations.

On connaît ce vaisseau dorsal comme un vaisseau tubulaire qui s'étend immédiatement sous la peau de l'insecte dans la région dorsale du corps, suivant la ligne médiane, depuis la partie postérieure jusque dans la tête, où il passe sous le ganglion sus-œsophagien, et qui se compose de deux portions, l'aortique et la cardiaque; cette dernière doit proprement être comparée au cœur des autres animaux, d'abord comme étant pourvue d'ouvertures latérales, destinées à recevoir le fluide nourricier et munies à l'intérieur d'un appareil valvulaire, ensuite comme étant pourvue latéralement d'expansions ligamenteuses triangulaires, *les ailes du cœur;* ces parties manquent à l'autre portion, qui est en même temps l'antérieure et qui reçoit le fluide de la partie cardiaque pour le conduire dans la tête, et de là dans tout le corps. Je vais maintenant exposer les résultats de mes observations.

Premièrement, pour la forme de ce vaisseau, je ferai remarquer que, dans les larves, il a sa plus grande ampleur à la partie postérieure du corps, tandis que dans les insectes parfaits, cette ampleur se trouve au milieu de l'abdomen et le vaisseau se rétrécit un peu vers la partie postérieure. Dans quelques larves, il y a une dilatation très-prononcée à la partie postérieure du vaisseau dorsal, comme je l'ai observé dans la larve de *Chironomus (plumosus?);* dans les figures 2-7, *a,* cette partie est repré-

sentée telle qu'elle se montre en la regardant de différentes manières, sur le dos et de côté, en contraction et en dilatation. C'est cette partie qui a la plus grande amplitude de pulsation [1], puisque c'est là que le mouvement peut être le plus étendu, comme on peut le voir par les figures : la 2ᵉ et la 3ᵉ représentent cette partie vue en contraction et de côté; dans la 4ᵉ, on la voit en dilatation et de côté; dans la 5ᵉ et la 6ᵉ, de même en dilatation, mais vue sur le dos; enfin, dans la 7ᵉ, en contraction et vue sur le dos. En observant cette larve de côté, on ne pouvait pas bien distinguer d'autres parties du vaisseau dorsal, puisqu'elles étaient trop cachées par le tissu adipeux; vue sur le dos on en apercevait un peu plus, mais le tissu adipeux empêchait aussi de les observer distinctement. Cependant on peut voir, comme je l'ai représenté par les figures 5, 6 et 7, que le vaisseau dorsal qui commence par sa dilatation dans le 12ᵉ segment, se rétrécit considérablement dans le 11ᵉ; j'en ai pu observer assez dans les segments suivants, pour affirmer qu'il était par la suite presque d'une même venue. La partie postérieure, vue sur le dos quand elle est en dilatation, a en quelque sorte la forme d'un flacon, avec les parois égales; mais quand elle est en contraction, cette forme devient très-inégale et noueuse, ce qui semble être causé par l'attache de cordons ligamenteux élastiques; ces cordons n'ont pas le caractère musculeux, c'est-à-dire les stries transversales onduleuses que présentent les fibres musculeuses des insectes aussi bien que celles d'autres animaux. Ces ligaments se fixent latéralement à différents points du vaisseau

[1] C'est ainsi que je nommerai le degré de dilatation et de contraction du vaisseau dorsal, ou la différence qui existe entre l'ampleur du vaisseau contracté, et son ampleur quand il est dilaté. La partie du vaisseau dorsal qui a la plus grande amplitude de pulsation sera la plus propre à la production du mouvement du fluide nourricier, comme recevant la plus grande quantité de ce fluide pour le mettre en mouvement. C'est cette partie qui remplit particulièrement la fonction de cœur; aussi Carus considère-t-il principalement la partie postérieure du vaisseau dorsal comme le cœur des insectes. Toutefois ce n'est pas exclusivement cette partie qui contribue à la production du mouvement, mais toute la partie cardiaque; du reste, la partie postérieure n'a pas toujours la plus grande amplitude de pulsation. La partie du vaisseau dorsal, qui est la plus ample, aura aussi la plus grande amplitude de pulsation, puisque là le jeu de contraction et de dilatation peut être le plus étendu; ainsi, dans les insectes parfaits, la plus grande amplitude de pulsation aura lieu principalement au milieu de l'abdomen, puisque c'est dans cette partie que le vaisseau dorsal a le plus d'ampleur.

dorsal ; quand donc ce vaisseau se contracte, ces points d'attache des cordons sont étirés en tubercules, ainsi qu'on le voit dans la figure 7 *(c, c')*, qui montre l'effet de la pulsation latérale de cette partie du vaisseau dorsal; mais ce n'est pas seulement dans ce sens que les contractions et les dilatations ont lieu, elles se font dans tous les sens, aussi bien dans le sens de la longueur que dans celui de la profondeur, c'est-à-dire dans la direction de la partie dorsale de l'insecte à la partie ventrale. Pour se rendre compte du mouvement longitudinal, il faut remarquer que les cordons ligamenteux qui s'attachent à la partie postérieure du vaisseau (*figures* 5 et 7, *c'*), sont disposés obliquement, des parties latérales de l'insecte vers le milieu et vers la tête; ils tirent les parois du vaisseau en même temps latéralement et en arrière. Quant au mouvement dans le sens de la profondeur, cette partie du vaisseau dorsal ne devient pas aussi inégale et aussi noueuse par la contraction que cela a lieu dans le sens latéral; aussi, les cordons ligamenteux qu'on observe à la partie dorsale (*fig.* 5, *c*) se distribuent plus également sur la paroi supérieure du vaisseau, et ne se trouvent pas par faisceaux, comme sur les parois latérales. Ces ligaments dorsaux s'attachent aux téguments dorsaux de l'insecte en se réunissant par paires ou par plusieurs cordons; de manière qu'ils sont disposés en éventail vers la paroi supérieure du vaisseau dorsal [1]. Les attaches des ligaments latéraux n'étaient pas visibles, puisque ceux-ci se cachaient dans le tissu adipeux; de même, la partie inférieure du vaisseau dorsal n'a pu être observée. Il est remarquable encore que le vaisseau dorsal ne s'étend pas plus en arrière et ne commence que dans le 12[me] segment, tandis que le 13[me] qui, dans ces larves, est aussi développé que les autres, et le 14[me], si on peut considérer encore celui-ci comme un segment à part, en sont dépourvus. On verra que cela est en accord avec ce qu'on observe dans d'autres larves; mais là, le 12[me] segment termine le corps, le 13[me] et le 14[me] ne sont pas si développés, en sorte que le vaisseau dorsal s'étend dans celles-ci presque jusqu'au bout du corps. Cette particularité est peut-

[1] Straus-Durckheim a figuré une structure tout à fait analogue de cordons ligamenteux, liant le feuillet intérieur du tambour de la verge avec la partie postérieure de la languette de la verge. (*Considér. génér. sur l'anat. comp. des anim. art.*, pl. V., fig. 1 et 2.)

être bien la cause pour laquelle le vaisseau dorsal commence par un renflement si prononcé dans les larves du *Chironomus (plumosus?)*, ainsi qu'on le verra par la suite.

Dans aucune autre larve, je n'ai observé un renflement aussi prononcé que celui qui vient d'être décrit; toutefois, dans toutes les larves, la partie postérieure est la plus ample. Dans la larve du *Pompilus viaticus*, le vaisseau dorsal a sa plus grande ampleur à la partie postérieure, et se rétrécit régulièrement en s'étendant vers la partie antérieure du corps; il a la forme d'un cône très-allongé (*fig.* 22, *a*, *b*). Dans celle du *Syrphus (ribesii?)*, la différence d'ampleur n'est que très-petite (*fig.* 23, *a*, *b*). Dans plusieurs chenilles, où les pulsations du vaisseau dorsal peuvent être observées à travers la peau, on s'assurera facilement que la plus grande amplitude de pulsation est à la partie postérieure, et que de là elle diminue de plus en plus en avançant vers la tête, comme le font voir les figures des chenilles du *Smerinthus populi* et du *Sphinx ligustri (figures* 8 et 9, *a*, *b*, *d)* [1]. La partie postérieure, la plus ample du vaisseau, est représentée dans les figures 10, 11 et 14 (*a*) de la chenille du *Sphinx ligustri;* la figure 10 montre la position du vaisseau dans une chenille dont on a enlevé une partie de la peau du dos, ainsi qu'un peu de tissu graisseux qui couvrait la partie postérieure du vaisseau dorsal (près de *h''*). La figure 11 fait voir, en dessus, le vaisseau dorsal enlevé du corps et débarrassé autant que pos-

[1] Dans ces larves on ne voit pas ordinairement le vaisseau dorsal à travers les téguments, mais quand le temps de mue s'approche, la peau semble devenir plus transparente, principalement quand l'insecte doit se transformer en chrysalide; on voit alors les pulsations du vaisseau dorsal, et on peut, dans ces grandes chenilles, suivre très-bien la manière dont ces pulsations s'opèrent, quand les larves cessent de manger et commencent à se promener avec inquiétude pour chercher un endroit propre à y subir leur métamorphose; pendant cette période leur peau acquiert une teinte brunâtre, principalement sur le dos, ce qui est surtout très-manifeste dans les larves du *Sphinx ligustri.* C'est à cette époque, où le vaisseau dorsal devient très-apparent à travers la peau, que les dessins mentionnés ont été faits. Il semble qu'alors la nouvelle enveloppe tégumentaire, la membrane muqueuse, comme on la nomme, commence à se détacher, sur le dos, des téguments anciens; ces derniers n'étant plus en contact avec le fluide nourricier se dessèchent et deviennent plus transparents, tandis que la nouvelle enveloppe est encore mince et transparente. Je ne saurais comment expliquer autrement ce phénomène. On croirait que la transparence de la peau devrait être moindre, puisqu'on a alors une double peau; mais il faut remarquer que

sible du tissu graisseux qui y adhère fortement; tandis que la figure 14 montre la partie postérieure de ce vaisseau vue de côté. Cette portion est arrondie en arrière (près de *q*) et se compose d'une partie aplatie, horizontale, inférieure *(r, q)*, et d'une arête supérieure *(o, p)* qui surmonte la partie horizontale. L'arête est plus élevée en arrière *(o)* et descend de là vers la partie antérieure, où elle se termine dans la paroi supérieure du vaisseau dorsal qui devient cylindrique et plus ou moins quadrangulaire. De plus, cette arête est aplatie sur ses pans, même un peu concave *(p)*, et chaque face est couverte d'un lobule du tissu adipeux très-grand en raison des autres et ayant une forme particulière (voyez *fig.* 10 h'''). Sur le sommet de l'arête *(fig.* 14, *o)* s'élève la corne que ces larves portent sur leur dos. Ces parties ont été préparées par la dissection pour en faire les dessins, aussi la portion postérieure est-elle un peu affaissée et moins ample que quand elle est en dilatation entière, comme on peut s'en convaincre en observant, à travers la peau, le vaisseau dorsal en action dans une chenille vivante. Ce que je viens de dire suffira pour la description de la forme de la partie postérieure du vaisseau dorsal dans les larves, laquelle offre le plus de variétés. Dans beaucoup de larves, vues au microscope, cette partie se soustrait à l'observation, parce que la partie du corps qui la contient est souvent moins transparente que les autres, moins surtout que celles du milieu du corps : de même, la partie anté-

la peau est très-tendue quand le temps d'une mue s'approche et que, par cette tension, elle devient plus mince, plus déliée, plus égale et sans plis; de sorte que la transparence en est augmentée. Cette peau extérieure des insectes ne semble pas s'accroître, mais, après chaque mue, la peau nouvelle paraît être plus grande; elle est plissée, inégale, plus épaisse que par la suite, et semble être plus ou moins élastique; quand donc l'insecte prend de l'accroissement et que la quantité de fluide nourricier contenue dans la cavité du corps s'augmente, la peau se dilate et se tend progressivement, jusqu'à ce qu'elle ait pris sa plus grande extension; alors le temps d'une nouvelle mue s'approche, l'insecte doit recevoir une enveloppe nouvelle puisque l'ancienne est devenue trop petite.

Presque tous les auteurs, dans leurs dessins, ont représenté les chenilles, vues de côté, et je n'en ai encore jamais rencontré un seul qui en ait dessiné une, vue sur le dos, où il ait représenté en même temps le vaisseau dorsal; cependant il y a tant de chenilles où l'on voit si bien, à travers la peau, les pulsations de ce vaisseau, que plusieurs auteurs en ont fait mention. Un semblable dessin donne déjà une idée très-nette de ce vaisseau et peut aider à l'explication; c'est pour cette raison que j'ai reproduit les figures de ces deux espèces de chenilles.

rieure est ordinairement moins transparente. L'investigation par la voie de la dissection est très-difficile dans les petites larves. Comme je l'ai déjà fait remarquer plus haut, la dissection du vaisseau dorsal, pour le mettre à découvert, présente en général beaucoup de difficulté, principalement la partie postérieure; aussi n'a-t-elle encore été décrite dans aucune larve, avec précision, par personne. Les belles figures que M. Newport a données du *Sphinx ligustri*, représentant des coupes verticales de cet insecte sous ses trois états, pour faire voir tous les intestins dans leur situation naturelle, ne donnent qu'une idée incomplète de cette partie.

Dans les insectes parfaits, le vaisseau dorsal se rétrécit un peu en arrière; de sorte que cette partie a une forme conique mais renversée à l'égard de celle des larves, et que le vaisseau dorsal est le plus ample au milieu de l'abdomen; c'est ainsi que l'ont décrit et figuré Straus-Durckheim dans le *Melolontha vulgaris*, Wagner dans le *Dytiscus latissimus* et Newport dans le *Lucanus cervus*, et que je l'ai observé moi-même dans le *Lucanus cervus* et le *Vespa crabro*. La forme du vaisseau dorsal semble être en quelque sorte en relation avec celle du corps; ainsi, dans les insectes parfaits, l'abdomen est en général le plus ample au milieu et se rétrécit vers la partie postérieure, tandis que, dans les larves, la partie postérieure a généralement le plus d'ampleur; toutefois, on ne pourrait en faire une règle générale.

Dans les larves, le reste de la partie cardiaque du vaisseau dorsal est plus uniforme; elle est presque cylindrique, un peu quadrangulaire et se rétrécit peu à peu en s'avançant vers la partie antérieure du corps, tandis que, dans les insectes parfaits, comme je l'ai dit, elle s'élargit premièrement dans la partie du milieu de l'abdomen. Cette forme plus ou moins quadrangulaire fait qu'on peut distinguer quatre parois, la supérieure, l'inférieure et deux latérales, l'une à droite et l'autre à gauche. La supérieure et l'inférieure sont égales, sans parties adhérentes, et si transparentes dans des individus récents, qu'on ne les voit pas à l'œil nu. Quand on y introduit un tube pour injecter le vaisseau dorsal, on ne peut pas distinguer si la membrane se trouve au-dessus. Dans la figure 10, les deux lignes blanches qu'on voit de chaque côté du vais-

seau dorsal sont produites par des lobules du tissu graisseux, qui adhèrent aux parties inférieures des parois latérales et qui luisent à travers les parois, tandis qu'on observe une ligne foncée au milieu, parce que là les membranes, l'inférieure et la supérieure, sont sans parties adhérentes, et qu'on voit, à travers ces deux membranes, dans la cavité abdominale sur l'estomac sous-jacent. Quand on observe ces parois au microscope, par transparence, elles deviennent apercevables à cause des fibres musculeuses qu'on distingue alors. Les parois latérales sont de même nature, mais on les voit mieux à cause des parties qui y adhèrent : ce sont principalement les lobules du tissu graisseux qui tiennent fortement à ces parois et qui forment de chaque côté deux couches, dont l'une adhère à la partie supérieure de la paroi latérale, et l'autre à sa partie inférieure. Les lignes d'adhérence des deux couches inférieures se rapprochent plus sur la paroi inférieure du vaisseau que ne le font les supérieures sur la paroi supérieure; de manière, que la membrane supérieure transparente du vaisseau est plus large que l'inférieure; de là proviennent les lignes blanches dont j'ai parlé plus haut. Ces lignes d'adhérence du tissu graisseux déterminent la forme plus ou moins quadrangulaire du vaisseau dorsal. Les deux couches du tissu graisseux s'étendent de chaque côté du vaisseau, entre les téguments de l'animal munis de leurs muscles, et les intestins avec leurs appendices; de sorte qu'elles enveloppent ces derniers et se portent vers le bas, où elles se rencontrent à la ligne médiane inférieure du corps, sans cependant s'y réunir; ces couches se mettent seulement l'une contre l'autre, en laissant entre elles une ligne sans tissu adipeux, semblable à celle qui se trouve à la partie supérieure du corps et d'où le tissu graisseux s'étend des deux côtés; c'est la ligne foncée que j'ai mentionnée au milieu du vaisseau dorsal. Dans plusieurs larves qui ont la peau transparente, on observe très-bien ces lignes à travers les téguments, car elles sont plus foncées à cause du défaut de tissu graisseux blanchâtre; par exemple, dans la larve du *Vespa crabro*, elles semblent diviser le corps en deux moitiés, une de droite et une de gauche.

De cette description du tissu graisseux, il résulte qu'il n'y a pas,

comme on le dit ordinairement, de couche de ce tissu entre le vaisseau dorsal et les intestins, du moins sous la partie cardiaque. Entre les deux couches du tissu graisseux, la supérieure et l'inférieure, se trouvent les trachées qui vont se ramifier au vaisseau dorsal, et qui aboutissent aussi aux parois latérales. Dans quelques larves on voit encore de petites couches de tissu graisseux en forme de bandes, sur le dos, aux endroits où les segments de l'abdomen se réunissent et se combinent ensemble, ainsi qu'on l'observe dans celle du *Sphinx ligustri* (*fig.* 10, *h'*). Ces bandes s'attachent à la paroi supérieure du vaisseau dorsal, et en recouvrent une partie, de sorte que le vaisseau semble subir des rétrécissements, ce qui toutefois n'est qu'apparent; de là elles se portent de chaque côté, au-dessus des fibres musculeuses qui s'étendent entre les segments, et deviennent bientôt plus étroites; sur ces côtés, à l'endroit des stigmates, elles vont se combiner avec les couches principales du tissu graisseux qui se trouvent sous les muscles. Les deux dernières bandes correspondantes du tissu graisseux, dans le douzième segment (*fig.* 10), se prolongent en arrière sur les bords de la paroi supérieure du vaisseau dorsal, et se réunissent sur le point le plus élevé de l'arête de la partie postérieure de ce vaisseau (*figures* 11 et 14, *o*); c'est en ce point que se trouve, sur la peau, la corne de l'animal dans laquelle cette partie du tissu graisseux vient se terminer. Ces différentes couches de tissu graisseux se composent de lobules de différentes formes qui se lient ensemble et forment ainsi un réseau cohérent, avec des mailles de formes très-variées. La description que je viens de donner du tissu graisseux adhérant aux parois du vaisseau dorsal, a été faite principalement d'après la larve du *Sphinx ligustri;* cependant, on le trouvera de même dans d'autres larves, sauf quelques modifications. Quant aux insectes parfaits, j'en ferai mention plus tard en parlant des ligaments latéraux du vaisseau dorsal.

En s'étendant vers la tête, le vaisseau dorsal s'abaisse un peu chaque fois qu'il passe sous la combinaison de deux segments de l'abdomen; il y subit un petit rétrécissement qui, toutefois, n'est pas aussi considérable qu'il le paraît d'ordinaire, tandis qu'il se renfle un peu au milieu de chaque

segment. Dans plusieurs larves, par exemple, dans celles du *Pompilus viaticus* et du *Syrphus (ribesii?)*, cette différence est presque imperceptible; dans d'autres, elle est, comme je l'ai dit, plus apparente que réelle; ainsi, dans la larve du *Sphinx ligustri*, le tissu graisseux adhère moins aux points de rétrécissement qu'aux parties renflées, d'où résulte qu'un vaisseau préparé par la dissection (*fig.* 11) semble plus dilaté à ces dernières parties qu'il ne l'est en réalité, à cause des innombrables filaments de ce tissu qui y restent fixés et qu'on ne pourrait enlever totalement.

D'ailleurs, les bandes de tissu graisseux qu'on trouve aux points de rétrécissement rendent ceux-ci beaucoup plus apparents, comme je l'ai déjà fait remarquer; c'est pour cette raison qu'un vaisseau qu'on voit en pulsation dans ces larves, à travers la peau, semble avoir des rétrécissements très-prononcés aux endroits de combinaison des segments (voy. *fig.* 9, *c*) et de plus forts renflements au milieu de ces mêmes segments *(d)*. Aussi n'observe-t-on pas des rétrécissements si prononcés dans les larves du *Smerinthus populi* (*fig.* 8) et de plusieurs autres, car ces bandes de tissu graisseux manquent, ou du moins ne sont pas aussi développées.

Cette structure du vaisseau dorsal lui donne un aspect variqueux que l'on a décrit souvent, comme l'avait déjà fait Malpighi; on le suppose formé d'autant de compartiments séparés qu'il y a de renflements; alors le fluide nourricier est transporté d'arrière en avant, de l'un dans l'autre de ces compartiments, par une action réciproque de contraction et de dilatation, de telle manière que pendant que l'un se contracte le suivant se dilate, et ainsi de suite alternativement, l'un est en contraction, l'autre en dilatation. Pour chacun d'eux, ces contractions et dilatations se succèdent continuellement. Il me semble qu'une structure telle que celle que je viens de décrire dans la chenille du *Sphinx ligustri* peut avoir induit en erreur et donné lieu de supposer ce mode d'action au vaisseau dorsal; si on fait bien attention à la manière dont se font ces pulsations, on verra qu'elles ne procèdent pas ainsi et qu'une semblable action est incompatible avec la structure et la fonction du vaisseau dorsal. Il est inexact de considérer ces compartiments comme séparés en réalité. Cette hypothèse est admissible seulement pour la forme extérieure, mais non pas quant à

l'action du vaisseau. Il faut regarder la partie cardiaque comme ne formant qu'une seule cavité, ainsi que l'a fait très-justement Réaumur [1]. J'ai déjà réfuté aussi la forme variqueuse que Malpighi avait attribuée au vaisseau dorsal, en énumérant parmi les causes qui ont pu l'induire en erreur, ces bandes du tissu graisseux dont j'ai fait mention. Dans les insectes parfaits, les rétrécissements et les abaissements du vaisseau dorsal, aux points de combinaison de deux segments de l'abdomen, sont plus prononcés que dans les larves; il y a même des incisions à la partie supérieure du vaisseau, produites par le bord antérieur des arceaux supérieurs des segments du corps. Après une telle incision, en s'avançant vers la tête, la partie suivante du vaisseau a un petit cul-de-sac en arrière qui se fixe dans l'excavation postérieure de l'arceau suivant, comme je l'ai observé dans le *Lucanus cervus* et dans d'autres insectes parfaits. Toutefois, dans l'intérieur du vaisseau, on ne trouve pas, à ces endroits, de séparation réelle. Straus-Durckheim a représenté ces incisions (dans les *figures* 7, 8 et 9, *e*, pl. VIII de son ouvrage), mais il a tort de les faire coïncider avec les ouvertures latérales et leurs appareils valvulaires qui se trouvent vers le milieu des segments de l'abdomen; nous nous occuperons tout à l'heure de ces ouvertures [2].

Tout ce que j'ai dit jusqu'ici regarde la forme extérieure de la partie cardiaque du vaisseau dorsal; avant de parler de ce qu'on observe à l'intérieur, j'ajouterai encore quelques mots sur la partie aortale du vaisseau dorsal. La partie cardiaque se trouve, comme je l'ai dit, dans les segments abdominaux du corps; mais quand le vaisseau dorsal parvient dans les segments thoraciques, il subit des changements de forme, devient plus cylindrique, diminue d'ampleur et se porte de plus en plus vers le bas. Le tissu graisseux n'adhère plus à ses parois : c'est un vaisseau isolé sur lequel on n'observe plus que des trachées qui s'y portent; il est néanmoins tout entouré de lobules du tissu graisseux, mais provenant

[1] *Mém. pour servir à l'hist. des insectes*, tome I, pages 160 et suiv.

[2] On peut comparer aussi Wagner, *Icones Zootomicæ*, tab. 23, fig. 2, pour le *Dytiscus latissimus*, et tab. 24, fig. 14, pour le *Lucanus cervus*, copié de Newport dans *Todd's Cyclop. of anat. a. physiol.*, fig. 433.

des couches qui adhèrent à la partie cardiaque, de sorte qu'on ne l'observe plus à travers la peau, et qu'il faut enlever une partie de ces lobules pour le mettre à découvert; à cet endroit le tissu graisseux s'étend aussi sous le vaisseau, entre celui-ci et l'estomac, ce qui n'a pas lieu, comme nous l'avons vu, sous la partie cardiaque. En s'avançant vers la tête, le vaisseau s'abaisse de plus en plus, va se fixer sur la partie supérieure de l'œsophage, auquel il adhère intimement, et se porte avec lui sous le ganglion sus-œsophagien, où nous le laisserons pour y revenir plus tard. C'est ainsi qu'on l'observe dans les chenilles du *Sphinx ligustri* (voyez *figures* 10 et 11). Dans le quatrième segment, le premier des thoraciques en avançant vers la tête, le vaisseau dorsal diminue d'ampleur et il est recouvert par le tissu graisseux; dans la figure 10, une partie de ce tissu a été enlevée, tandis qu'on voit encore les lobules sous-jacents *(h'')*; ces derniers sont d'une texture plus grossière que les lobules supérieurs, comme cela a lieu à l'égard de tout le tissu graisseux dont la texture devient de plus en plus grossière en avançant vers le côté du ventre. Dans la figure 11 *(t)*, on voit adhérer au vaisseau plusieurs trachées; on en observe ordinairement trois paires très-régulièrement disposées dans le quatrième segment et qu'on prendrait aisément pour des rameaux du vaisseau dorsal. Dans le deuxième segment, la partie aortale va se fixer sur l'œsophage, et, dans la tête, on la voit se porter (*fig.* 10, *b*) sous le ganglion sus-œsophagien *(i)*. Chez les insectes parfaits, cette partie aortale est plus longue, par rapport à la partie cardiaque, que chez les larves; de même, la tête et le thorax réunis sont ordinairement plus longs, en raison de l'abdomen, dans l'état parfait que dans celui de larve. On sait que, dans les insectes parfaits, le vaisseau dorsal s'abaisse extrêmement pour entrer dans le thorax; là il se porte de nouveau vers le haut, pour s'abaisser encore une fois afin d'entrer dans la tête.

Les différences de structure de ces deux parties du vaisseau dorsal ont porté à les considérer comme deux parties différentes, auxquelles on a donné les noms de cardiaque et d'aortale, en supposant que la première faisait principalement la fonction de cœur et que l'autre servait d'aorte pour conduire le fluide nourricier du cœur dans le corps. Cette supposi-

tion se trouve confirmée principalement par la présence d'ouvertures latérales, munies à l'intérieur d'appareils valvulaires pour recevoir le fluide nourricier dans le vaisseau, ouvertures qui existent aux parois de la partie cardiaque, mais dont la partie aortale est dépourvue. Quoique ces ouvertures se trouvent à l'extérieur du vaisseau et appartiennent ainsi à l'aspect de la forme extérieure dont j'ai déjà parlé, j'ai préféré les décrire en même temps que les appareils valvulaires dont elles sont munies à l'intérieur. Quant au nombre de ces ouvertures latérales, on sait que les auteurs en ont décrit, dans différents insectes, un nombre très-varié; selon mes observations, je pense qu'il est en rapport avec le nombre des segments abdominaux du corps. J'ai compté aussi des nombres très-différents de ces paires d'ouvertures latérales dans différents insectes, mais sans être certain de les avoir vues toutes, car l'observation en est très-difficile. Ainsi, pour l'observation microscopique, on ne trouve jamais un insecte qui soit assez transparent dans toute sa longueur, pour qu'on puisse déterminer exactement le nombre de paires d'ouvertures ou celui des appareils valvulaires qui les accompagnent; par exemple, dans la larve de *Pompilus viaticus* (*fig.* 22), depuis le neuvième jusqu'au douzième segment de l'abdomen, j'en ai observé quatre, sans pouvoir affirmer qu'il n'en existe pas davantage; l'observation dans les segments antérieurs était bien moins complète, à cause du défaut de transparence de ces parties et des particules du tissu graisseux qui les recouvraient plus ou moins. Dans la larve du *Syrphus (Ribesii?)*, on voit trois paires d'ouvertures *(fig.* 23, *c*, *d*, *e)*; dans celle du *Chironomus (plumosus?)* on en observe deux *(fig.* 5, *y*, *e)*; dans celle du *Rhynchophore*, qu'on trouve dans les feuilles d'orme, j'en ai compté huit (on en voit une paire dans chacune des *figures* 17, 18 et 19); j'ai déterminé de même plusieurs ouvertures dans d'autres larves, sans que je sois convaincu d'avoir observé chez aucune d'elles le vrai nombre, puisque dans toutes il y avait des parties plus ou moins grandes où l'observation n'était pas possible : par exemple, dans la larve du *Chironomus (plumosus?)*, je n'ai pu bien observer le vaisseau dorsal que dans deux segments; dans celle du *Syrphus (Ribesii?)*, il se dérobait à l'observation dans la partie antérieure, à cause du défaut de transparence et

de la graisse. Par la dissection il n'est pas non plus facile de déterminer le véritable nombre de ces ouvertures, parce qu'on les met très-difficilement à découvert. Comme elles se trouvent entre les couches du tissu graisseux, dans les parois latérales du vaisseau dorsal, elles en sont tellement recouvertes qu'on a de la peine à les trouver.

Pour y parvenir il faut enlever ce tissu autant que possible; on n'arrive jamais à le séparer complétement sans déchirer en même temps les parois du vaisseau dorsal. Dans la figure 11 on voit un vaisseau dorsal de la larve de *Sphinx ligustri,* préparé de cette manière; toutefois, les innombrables filaments du tissu graisseux et les rameaux de trachées qui adhéraient à ses parois empêchaient encore l'observation des ouvertures; aussi n'ai-je pu les découvrir qu'au commencement de la partie postérieure du vaisseau dorsal de ces chenilles, dans le douzième segment du corps : j'en ai trouvé là une double paire. On comprendra aisément la difficulté de mettre à découvert ces ouvertures, quand on saura que sur plusieurs individus dont j'ai disséqué ainsi le vaisseau dorsal, celui dont on voit le dessin, figure 14, a été le seul où j'ai pu les observer; dans les autres, ces ouvertures étaient encore trop embarrassées par les innombrables filaments du tissu graisseux, et lorsqu'on voulait détacher ceux-ci, les parois déliées du vaisseau se déchiraient, de sorte qu'on ne pouvait plus constater leur présence avec certitude. On sait, comme je l'ai dit, que ces ouvertures sont munies de valvules à l'intérieur du vaisseau et que leur relation est telle que les unes n'existent pas sans les autres; elles forment ensemble des appareils pour admettre le fluide nourricier dans le vaisseau dorsal, et on pourra conclure de la présence des unes à celle des autres; pour déterminer le nombre de ces ouvertures on peut donc aussi se servir de l'observation des appareils valvulaires. Dans les chenilles du *Sphinx ligustri*, je n'ai pas pu découvrir ces appareils, mais je ne doute pas plus de leur présence que de celle des ouvertures latérales, à cause de l'analogie qu'on observe dans d'autres larves. Si on a égard à la finesse et à la transparence des parois du vaisseau dorsal, on comprendra que celles des valvules ne le sont pas moins, et qu'ainsi leur recherche est très-difficile. Dans d'autres larves, où les circonstances étaient plus favorables

à l'observation, je les ai toujours observées; ces circonstances se présentent principalement chez les petits insectes diaphanes qu'on peut observer par transparence, avec le microscope, pendant que le vaisseau dorsal est en action; alors de faibles nuances, produites par les phénomènes de la réfraction, permettent de distinguer ces valvules; mais quand le vaisseau dorsal et par suite les appareils valvulaires sont dans l'inaction, on ne voit pas plus ces valvules au microscope, à cause de leur transparence, que dans le vaisseau dorsal des chenilles du *Sphinx ligustri* par la dissection; ce dernier moyen offre en outre bien d'autres inconvénients, en dérangeant toujours plus ou moins la structure des organes. Dans les insectes parfaits, la structure paraît se prêter mieux à ce genre d'investigation, car c'est en le disséquant que Straus-Durckheim a observé le vaisseau dorsal dans le *Melolontha valgaris*, et je l'ai observé moi-même par ce moyen dans le *Lucanus cervus* et le *Vespa crabro* (*fig.* 27). J'ai vu les appareils valvulaires en action, à travers les téguments, dans un *Hydrophilus piceus* qui était encore à l'état de nymphe, dans un *Ephemera* (*diptera?*) et dans un *Hemerobius albus*. Je les ai observés encore dans les larves du *Pompilus viaticus* (*fig.* 22), du *Syrphus (Ribesii?)* (*fig.* 23), du *Chironomus (plumosus?)* (*figures* 2-7) et du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme (*figures* 16-19); j'ai pu les voir aussi dans des larves de l'*Ephemera (diptera?)* (*fig.* 1) et du *Rhynchophore* des feuilles de l'aune.

C'est donc par analogie que je suppose que ces ouvertures et leurs appareils valvulaires existent dans les chenilles du *Sphinx ligustri*, de même que dans toutes les chenilles, quoiqu'on ne les y ait pas observées réellement; je vais maintenant me servir d'un argument plus positif pour prouver la présence de ces ouvertures; il nous donnera lieu de déterminer, en même temps, le vrai nombre de paires d'ouvertures.

Il s'agit des injections de liquides colorés que j'ai faites dans le vaisseau dorsal de larves du *Sphinx ligustri*. Ordinairement, à mesure que le liquide arrivait au milieu de chaque segment de l'abdomen, il s'écoulait des deux côtés du vaisseau dorsal et se répandait dans le tissu graisseux; cet écoulement n'avait lieu que jusqu'au quatrième segment, parce que là commencent les segments thoraciques et avec ceux-ci la partie aortale du vaisseau

dorsal qui est dépourvue d'ouvertures. Le tissu graisseux n'adhérant plus à cette dernière partie, les parois en sont beaucoup plus libres et plus apercevables; de sorte que si elle était encore pourvue d'ouvertures latérales, on devrait les voir, puisque rien n'en empêche l'observation.

Dans les insectes parfaits, où l'on a observé en réalité des ouvertures à la partie cardiaque, on n'en a pas aperçu non plus à la partie aortale; Straus-Durckheim l'a affirmé pour le *Melolontha vulgaris*, et je l'ai constaté moi-même dans le *Lucanus cervus* et le *Vespa crabro*. Ainsi donc, on peut dire que ces ouvertures n'existent qu'à la partie cardiaque, qu'elles se trouvent dans les segments abdominaux, et, de plus, qu'il y en a huit paires dans les chenilles du *Sphinx ligustri;* une paire dans chacun des huit segments abdominaux, donc depuis le douzième jusqu'au cinquième.

Maintenant on peut encore déterminer le nombre des paires d'ouvertures avec leurs appareils valvulaires, d'après celles observées réellement dans les larves et dans les insectes parfaits, quoiqu'on n'en ait vu que quelques-unes. Comme il arrive que l'on observe, dans certaines parties du vaisseau dorsal, plusieurs paires de ces ouvertures de suite, on peut en déduire leur relation de position avec les autres parties du corps, par exemple avec les segments de l'abdomen. Ainsi, lorsqu'on trouve une paire d'ouvertures c'est toujours vers le milieu de chaque segment, ordinairement un peu en arrière, là où se trouve la partie la plus renflée du vaisseau dorsal. Dans les neuvième, dixième, onzième et douzième segments de la larve du *Pompilus Viaticus* (*fig.* 22) on voit ces ouvertures, tandis qu'on ne peut pas déterminer leur position dans la larve du *Syrphus (ribesii?),* parce qu'il est trop difficile de distinguer les segments dans les larves des diptères; la larve du *Chironomus (plumosus?)* (*fig.* 5) n'en laisse voir que deux paires, l'une dans le onzième et l'autre dans le douzième segment; dans la larve du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme, j'ai observé huit paires d'ouvertures vers le milieu de huit segments successifs de l'abdomen (voyez les *figures* 17, 18 et 19); j'en ai aperçu encore un certain nombre dans des segments successifs de l'abdomen des larves du *Rhynchophore* des feuilles de l'aune, du *Vespa crabro* et du *Lucanus cervus*. Ainsi donc, il devient probable qu'il y a toujours une paire d'ouvertures au milieu de

chaque segment de l'abdomen, et comme la partie aortale du vaisseau dorsal, c'est-à-dire celle qui se trouve dans les segments thoraciques et la tête, n'en possède pas, on pourra fixer le nombre de ces paires d'ouvertures si l'on sait dans quel segment commence le vaisseau dorsal et où se trouve la première paire. Par exemple, dans la larve du *Chironomus (plumosus?)*, nous avons vu le vaisseau dorsal commencer dans le douzième segment et nous y trouvons une paire d'ouvertures; dans le segment suivant, le onzième, il y en a une seconde; si l'on compte alors encore six paires, une pour chaque segment, on arrive jusqu'au cinquième, au delà duquel, avant de parvenir à la tête, nous rencontrons encore trois segments que l'on peut considérer comme segments thoraciques; on a ainsi huit paires d'ouvertures, nombre qui s'accorde avec celui que nous avons compté dans la chenille de *Sphinx ligustri*. Straus-Durckheim fait aussi mention de huit paires d'ouvertures pour le *Melolontha vulgaris*, et j'en ai observé le même nombre dans la larve du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme. Toutefois, je ne saurais affirmer les avoir vues toutes dans cette dernière larve, car je n'ai pas pu bien observer le commencement du vaisseau dorsal; comme on y compte plus de douze segments, il se pourrait qu'il y eût aussi plus de huit paires d'ouvertures. On trouve de même treize ou quatorze segments dans la larve du *Pompilus viaticus*, et comme il m'a paru qu'il existait déjà des ouvertures dans le treizième segment, il y en aurait donc neuf paires; je ne saurais l'affirmer, mais j'ai cru distinguer une seule ouverture, au commencement du vaisseau dorsal (*fig.* 22, *a*) [1].

Quoi qu'il en soit du vrai nombre d'ouvertures dans les différents insectes, ce nombre n'est que d'une utilité secondaire pour la question de l'éclaircissement du phénomène de la circulation; le mode d'action du

[1] Plus tard, ayant étudié plus amplement encore les phénomènes de circulation dans les larves de l'*Ephemera* (*diptera?*), je puis ajouter à ceci que j'ai vu, dans ces larves, neuf paires d'ouvertures latérales avec leurs appareils valvulaires, depuis le treizième jusque dans le cinquième segment (*fig.* 1, *a*, *b*). Pendant mon séjour à Bruxelles, j'ai eu l'occasion de voir dans la riche bibliothèque de livres d'histoire naturelle de M. Robyns, la figure de la larve de l'*Ephémère* de M. Bowerbank dans l'*Entomological Magazine*, et cette figure m'a paru très-exacte; les appareils valvulaires y sont représentés exactement de la même manière que je les ai figurés et décrits, et on y voit aussi neuf paires d'ouvertures. Je regrette de n'avoir pas eu le temps de consulter le texte.

vaisseau dorsal avec ses ouvertures et ses appareils valvulaires, et sa connexion avec la circulation, n'en seront pas changés, s'il y a une paire d'ouvertures de plus ou de moins; il suffit de savoir qu'il en existe toujours plusieurs paires, ordinairement huit, et qu'elles se trouvent au milieu des segments abdominaux, dans les parois latérales des parties renflées du vaisseau dorsal et non pas dans celles où il se rétrécit un peu et où il a des incisions faites en-dessus, par les bords des segments, aux endroits de combinaisons. Je vais décrire maintenant la structure de ces ouvertures et de leurs appareils valvulaires, parce qu'elle est d'une grande importance pour éclaircir la manière dont se fait la circulation. Je me servirai principalement des observations et des figures du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme, car c'est dans les larves de cette espèce que j'ai observé le plus exactement la structure et le mode d'action de ces appareils, surtout dans une larve où j'ai pu, par quelque artifice, observer cette action à mon aise pendant trois jours environ, ce qui d'ordinaire n'a pas lieu; du reste, j'ai trouvé ces appareils partout presque de même. La première paire, au commencement du vaisseau dorsal, fait seule exception, car elle offre quelques modifications dans différents insectes. C'était un spectacle bien curieux que celui de ces valvules continuellement en action; par quelle simplicité de structure la nature parvient à ses fins! Comme on va le voir, cette structure si simple réunit en elle plusieurs circonstances favorables pour atteindre le but auquel ces appareils sont destinés.

Je commencerai par décrire l'aspect des ouvertures, quand on regarde le vaisseau de côté; on les voit alors de face. De cette manière, à la vérité, je n'ai pu voir assez bien, pour en donner une figure d'après nature, que la première paire, au commencement du vaisseau dorsal, et dans deux espèces de larves seulement : dans le *Sphinx ligustri* (*fig.* 14, *u, u'*), par le moyen de la dissection, et dans le *Chironomus (plumosus?) (figures* 3 *et* 4, *z y)*, par l'observation microscopique de l'animal vivant. Les autres paires d'ouvertures étaient toujours trop recouvertes par le tissu graisseux pour pouvoir être bien observées; toutefois, en comparant ce que l'on a vu de la première paire dans la larve du *Chironomus (plumosus?)* avec ce que l'on observe dans les *figures* 1, 5, 6, 7, 17, 18, 19, 22, 23 et 27, on

peut se figurer l'aspect qu'offriraient ces ouvertures si on les observait de face, sur la paroi latérale du vaisseau dorsal.

C'est de cette manière que je suis parvenu à faire un dessin schématique (voyez *fig.* 20) de ces ouvertures dans la larve du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme. Ce dessin en donne une image exacte non-seulement pour cette larve, mais aussi pour tous les insectes que j'ai observés. Ces ouvertures doivent se présenter toutes de la même manière, à l'exception de la première paire. Cette forme s'accorde en outre avec le dessin que Straus-Durckheim en a donné d'après le *Melolontha vulgaris.* J'ai observé aussi cette même forme dans le *Lucanus cervus.*

Dans la partie postérieure du vaisseau dorsal de la larve du *Sphinx ligustri*, j'ai observé, comme je l'ai déjà dit, deux paires d'ouvertures latérales, l'une (*fig.* 14, *u*) dans la partie inférieure, horizontale et aplatie *(q r)*, et l'autre, plus petite *(u')*, dans les parois un peu concaves *(p)* de l'arête verticale qui surmonte la partie horizontale. Dans la première paire *(u)*, les ouvertures sont ovales, allongées et horizontales, en rapport avec la partie dans laquelle elles se trouvent; celles de l'autre paire *(u')* sont de même ovales et allongées, mais elles se courbent un peu au milieu et s'élèvent obliquement, ce qui se rapproche de la position verticale que nous rencontrons dans les autres paires d'ouvertures. Dans la larve du *Chironomus (plumosus?)*, on ne trouve, dans la partie postérieure du vaisseau dorsal, qu'une seule paire d'ouvertures (*figures* 3 et 4, *z y x*) qui ont aussi une forme ovale, allongée, semblable à celle de notre bouche, mais elles se trouvent dans une position verticale, de même que toutes les autres ouvertures que j'ai observées au vaisseau dorsal de différents insectes. On y distingue deux bords, l'un antérieur *(y)*, l'autre postérieur *(z)*, et deux coins, l'un supérieur *(x)*, l'autre inférieur *(x')*. Quand le vaisseau dorsal est en action, on voit chaque ouverture s'ouvrir et se fermer; dans la figure 4, on en voit une ouverte, dont les deux bords *(z, y)* sont éloignés l'un de l'autre au milieu. La figure 3 représente cette ouverture fermée; le bord antérieur *(y)* s'est rejeté en arrière sur le bord postérieur *(z)*. Cette ouverture est fermée quand le vaisseau dorsal est en contraction; mais lorsqu'il se dilate, elle s'ouvre, pour se refermer de

nouveau à la contraction suivante, et ainsi de suite. Le bord antérieur *(y)* s'écarte plus de côté que le postérieur *(z)*, d'où résulte que le premier se jette sur le dernier, en fermant l'ouverture; quand elle est en action, cette ouverture ressemble à un bec qui s'ouvre pour happer le fluide qui l'environne, et se retire alors en se fermant. Si l'on regarde maintenant le vaisseau dorsal par la partie supérieure, on voit ces ouvertures se prolonger comme des gouttières (voyez *figures* 5, 6, 7, *u*) : la paroi latérale du vaisseau se recourbe en dedans, sur le bord antérieur *(y)* de l'ouverture, et se prolonge alors en avant, de manière à produire dans l'intérieur du vaisseau une membrane faisant fonction de valvule pour fermer l'ouverture; cette membrane forme un petit cul-de-sac *(y)* avec la paroi latérale du vaisseau. Au bord postérieur *(z)* de l'ouverture, la paroi du vaisseau dorsal se prolonge de même dans l'intérieur et se dirige en avant, de manière à former une autre membrane, qui remplit aussi la fonction de valvule pour fermer l'ouverture. Quand donc le vaisseau dorsal est en dilatation, ces deux membranes intérieures forment une gouttière *(fig.* 6, *u x)* par laquelle le fluide nourricier entre dans le vaisseau; mais lorsqu'il est en contraction, ces membranes sont pressées l'une contre l'autre *(fig.* 7, *y*, *z)* et en ferment l'entrée *(u)*.

Dans les larves de l'*Ephemera diptera* j'ai observé, dans le commencement du vaisseau dorsal, une disposition tout à fait analogue à celle de cette première paire d'ouvertures; seulement les membranes valvulaires paraissaient se diriger moins en avant et avoir une direction plus perpendiculaire aux parois du vaisseau dorsal. Avant de décrire les autres paires d'ouvertures, qui se trouvent dans les segments antérieurs de l'abdomen, je mentionnerai encore ce que j'ai observé dans la larve du *Pompilus viaticus*. Comme je l'ai dit déjà, j'y ai cru voir commencer le vaisseau dorsal avec une seule ouverture, située en arrière dans le treizième segment (*fig.* 22, *a*); cependant, je n'ai pu observer cette particularité avec assez d'exactitude pour oser affirmer qu'elle existe, car on ne rencontre rien de semblable dans d'autres larves. Toutes les autres paires d'ouvertures, avec leurs appareils valvulaires, que j'ai pu observer dans les différents insectes, avaient à peu près la même forme ou structure que les

ouvertures que je vais décrire d'après la larve du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme, et de plus, cette structure ne différait pas essentiellement de celle que nous avons déjà reconnue, dans la première paire, chez les larves du *Chironomus plumosus* et de l'*Ephemera diptera;* je pourrai donc me borner à décrire les différences entre la première paire et les suivantes. Dans ces deux dernières larves, la seconde paire d'ouvertures a presque la même forme que la première (*figures* 5, 6 et 7, *e*); les coins que j'ai mentionnés dans la première paire (*figures* 3 et 4, *x* et *x'*) s'étendent davantage dans la seconde paire et se dirigent en même temps en avant, d'où il résulte que les parties supérieures et inférieures de ces ouvertures reçoivent une direction oblique, d'arrière en avant, et que les coins *(x* et *x')* de l'ouverture du côté droit du vaisseau dorsal se rapprochent davantage de ceux du côté gauche. Ces ouvertures, vues de face sur le côté du vaisseau dorsal, prennent ainsi la forme de faucille représentée dans le dessin schématique (*fig.* 20); dans les *figures* 17 à 21, les mêmes lettres désignent les mêmes parties que dans les *figures* 3 à 7.

En regardant maintenant le vaisseau dorsal par le côté supérieur, dans la larve du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme, on observe, comme le montrent les *figures* 17, 18 et 19, faites d'après nature, que les coins supérieurs des orifices des deux côtés *(x)* sont très-rapprochés l'un de l'autre et ne laissent entre eux qu'un petit espace; ce sont des coins analogues à ceux observés dans la première paire d'ouvertures de la larve du *Chironomus plumosus (fig.* 6, *x)*, seulement ces derniers sont plus éloignés l'un de l'autre. Les deux ouvertures latérales *(x u)* se présentent ici de profil, tandis que, dans la *fig.* 20 *(x, u, x')*, on voit l'une de ces ouvertures de face; c'est donc la partie *(x u)* de la *fig.* 20 et la partie correspondante de l'ouverture opposée qu'on voit dans les *figures* 17, 18 et 19; ou bien encore la *fig.* 20, telle qu'elle devrait se montrer si on la voyait sur le côté (en *x*). On pourrait dire aussi que les *figures* 17, 18 et 19 font voir une section horizontale du vaisseau dorsal, faite par les points *a b* de la *fig.* 20, car ces figures se montrent ainsi, vues par le microscope.

Sur les bords de ces ouvertures, les membranes du vaisseau dorsal se renversent en dedans, de la même manière que dans la première paire

d'ouvertures de la larve du *Chironomus plumosus*, seulement ces membranes s'étendent plus loin dans l'intérieur et les ouvertures s'avancent aussi davantage vers le milieu du vaisseau dorsal. Ces membranes forment de chaque côté une gouttière *(u x)*, par laquelle le fluide nourricier peut entrer dans le vaisseau. *Fig.* 20 on voit, dans l'ouverture *(u)*, la membrane qui se porte du bord postérieur *(z)* vers l'intérieur du vaisseau; sur le bord antérieur *(y)*, la membrane du vaisseau dorsal se renverse en dedans; ces deux membranes avancent alors ensemble dans le vaisseau dorsal jusqu'aux lignes ponctuées, et s'étendent du coin supérieur *(x)* jusqu'au coin inférieur *(x')* de l'ouverture, de manière à former ainsi, à l'intérieur, une fente perpendiculaire qui s'étend de la paroi supérieure à la paroi inférieure, et par laquelle la gouttière formée entre les membranes s'ouvre dans l'intérieur du vaisseau dorsal. Pour une paire d'ouvertures, il y aura donc une paire de fentes dans l'intérieur du vaisseau : l'une pour l'ouverture droite, et l'autre pour l'ouverture gauche. Ces deux fentes en laissent entre elles une troisième pour la communication du vaisseau dorsal lui-même.

Dans les *figures* 17, 18 et 19, on voit, sur les bords des ouvertures, ces membranes *(y, z)* se renverser à l'intérieur du vaisseau dorsal; *fig.* 21, j'ai donné un dessin schématique de ces ouvertures avec leurs appareils valvulaires, fait en perspective, pour rendre leur disposition plus claire encore. Cette figure représente une section horizontale du vaisseau dorsal, faite suivant une ligne qui passerait par les points *a* et *b* de la *fig.* 20. Elle montre donc une demi-portion horizontale du vaisseau dorsal, soit, par exemple, la portion ventrale; alors *a b* sera la paroi inférieure, *a* la partie postérieure et *b* la partie antérieure; près de *x* on aura les coins inférieurs des ouvertures, d'où s'élèvent, en dedans du vaisseau, les deux fentes latérales qui sont les orifices intérieurs des deux gouttières formées par les membranes antérieures *(y, y)* et postérieures *(z, z)*, gouttières qui s'ouvrent, à l'extérieur, par les orifices *u, u;* entre ces deux fentes latérales on en voit une troisième, formée par les membranes postérieures *(z, z)*, qui sert de communication entre les parties du vaisseau dorsal.

Lorsque le vaisseau dorsal est en dilatation, les membranes intérieures

sont éloignées les unes des autres, et les gouttières qu'elles forment sont ouvertes, comme le montre la *fig.* 19, de sorte que le fluide nourricier peut entrer dans le vaisseau; quand, au contraire, survient la contraction, elles se pressent les unes contre les autres, et les gouttières se ferment, comme on le voit dans la *fig.* 17, de façon que le fluide ne peut plus affluer par les ouvertures extérieures; la *fig.* 18 représente le vaisseau dorsal dans une position intermédiaire.

Quand on compare maintenant cette structure avec celle que Straus-Durckheim a décrite et figurée pour le *Melolontha vulgaris,* on voit qu'elle est presque entièrement semblable; la seule différence consiste en ce que cet auteur a représenté la membrane postérieure *(z)* comme ne s'étendant pas aussi loin dans l'intérieur du vaisseau dorsal; selon lui, cette membrane est plus courte que l'antérieure *(y)*, mais il a exposé cette structure d'une autre manière que moi, parce qu'il interprète autrement la fonction de cette membrane. Il s'est trompé sans doute dans cette interprétation. J'ai observé partout une structure semblable à celle que je viens de décrire, et que j'ai représentée, en outre, dans la larve du *Pompilus viaticus (fig.* 22*)*, dans celle du *Syrphus (Ribesii?) (fig.* 23*)*, dans la seconde paire d'ouvertures de la larve du *Chironomus plumosus (fig.* 5-7) et dans l'insecte parfait du *Vespa crabro (fig.* 27*)* (dans les figures les mêmes lettres indiquent les mêmes parties); j'ai observé encore la même structure dans le *Lucanus cervus,* ainsi que dans d'autres insectes. Dans les larves de l'*Ephemera diptera* seules, les membranes postérieures m'ont paru être un peu plus courtes que chez d'autres insectes, et approchant un peu de la structure que Straus-Durckheim a décrite dans le *Melolontha vulgaris.* Allen Thomson les a figurées exactement de la même façon dans la larve d'un *Névroptère* [1].

On sait que Straus-Durckheim et tous les auteurs décrivent le mode d'action du vaisseau dorsal avec ses ouvertures latérales et ses appareils valvulaires, comme je l'ai exposé pag. 39. D'après eux, la partie cardiaque est formée d'autant de compartiments qu'il y a de paires d'ou-

[1] *Todd's Cyclop. of Anat. a. Physiol.*, vol. I, l'article CIRCULATION, p. 652, *fig.* 325.

vertures latérales; ces compartiments sont séparés l'un de l'autre par les membranes antérieures *(y, y)*, qui ont pour fonction de fermer et d'ouvrir alternativement la communication entre les cavités; la fonction des membranes postérieures *(z, z)* est de fermer les ouvertures latérales. En accord avec cette structure, ces savants admettent une action réciproque, alternative, entre les compartiments; de sorte que, pendant que l'un est en contraction, le suivant est en dilatation, et ainsi de suite. Ces compartiments se transmettent ainsi leur contenu l'un à l'autre, et reçoivent en même temps une autre portion de fluide, venant de l'extérieur, par les ouvertures latérales.

Non-seulement un pareil mode d'action serait très-compliqué et difficile à comprendre, puisqu'on devrait alors considérer chaque compartiment comme un cœur séparé qui devrait avoir ses propres fibres musculeuses et ses nerfs, mais de plus, on verra qu'il est incompatible avec la structure du vaisseau dorsal et qu'il n'est pas confirmé non plus par l'observation. Considérons comment les choses se passeraient en admettant un pareil mode d'action. Pour s'en faciliter la représentation et pour aider au langage, j'en ai fait un dessin (voyez *fig.* 15); j'y ai admis la structure que Straus-Durckheim a décrite dans le *Melolontha vulgaris*, savoir : les membranes postérieures *(z, z)* plus courtes que je ne les ai observées moi-même. Supposons que la première chambre a reçu par ses ouvertures latérales une certaine quantité de fluide de l'extérieur, et qu'elle est maintenant en contraction; alors les membanes postérieures *(z, z)* s'appliquent contre les ouvertures latérales et les ferment, tandis que les antérieures *(y, y)* s'ouvrent pour laisser passer le fluide dans la seconde chambre, de manière qu'il reçoit un mouvement d'arrière en avant, de la chambre 1 dans la chambre 2. Mais en même temps cette chambre 2 reçoit une autre quantité de fluide par ses ouvertures latérales, car cette chambre étant en dilatation, ses parois refoulent le fluide extérieur qui les entoure, et ce fluide presse alors contre les membranes postérieures *(z, z)* qui cèdent et laissent entrer deux courants de fluide par les deux ouvertures. Comme le fluide choque contre ces membranes, il reçoit un mouvement en avant, et les courants se dirigent sur les membranes antérieures *(y, y)*; mais celles-ci sont appliquées

l'une contre l'autre, puisque la troisième chambre est en contraction, et elles ferment l'accès de cette chambre; les courants du fluide font donc supporter à ces membranes une force opposée à celle qu'elles subissent par l'action de la troisième chambre, qui a pour résultat de leur faire fermer ce passage. Si la force de contraction de cette chambre est assez puissante pour que ces membranes résistent à la pression des courants qui entrent par les ouvertures de la chambre 2, le fluide sera repoussé; les deux courants se rencontreront alors au milieu et ils se porteront ensemble en arrière, dans une direction opposée au courant du fluide venant de la chambre 1. Toutes les chambres auront entre elles la même relation d'action. Quand maintenant quatre de ces chambres (une sur deux si l'on en suppose huit) se sont remplies, en ayant reçu le fluide des quatre autres qui ont refoulé leur contenu dans les premières, elles changent d'action; celles qui étaient en contraction vont se dilater, et celles qui étaient en dilatation, se contracteront : ainsi la chambre 1 se dilatera pour recevoir de l'extérieur une nouvelle quantité de fluide par ses ouvertures latérales; la chambre 2 se contractera, pour transporter, dans la chambre 3, son contenu qu'elle a reçu tant de la chambre 1 que par ses ouvertures latérales; la troisième chambre sera aussi en dilatation, et ainsi de suite.

Quoique ce mode de pulsation paraisse possible au premier coup d'œil, il serait néanmoins très-peu convenable et, pour mettre le fluide en mouvement, assujetti à une grande perte de force : comme nous l'avons vu, le fluide s'introduit de l'une chambre dans l'autre en se dirigeant d'arrière en avant, tandis que le fluide qui entre par les ouvertures latérales parvient au contraire dans la chambre avec un mouvement d'avant en arrière, et cela après avoir dû changer deux fois de direction, ce qui occasionne déjà une notable perte de force; en outre, le fluide devant se mouvoir dans le vaisseau dorsal d'arrière en avant, il faut que le mouvement des courants du fluide qui entrent par les ouvertures latérales soit détruit d'abord, puis changé en mouvement d'arrière en avant quand la chambre vient à se contracter, afin de porter le fluide dans la chambre suivante, ce qui produit une nouvelle perte de force.

D'ailleurs, on ne voit aucune utilité à cette division en chambres, et on ne l'observe dans aucune autre classe d'animaux ; chez tous le cœur consiste en une seule chambre, où du moins le cœur est d'une seule espèce ; par exemple, ils ont, comme les insectes, un cœur artériel, ou une chambre artérielle du cœur.

En supposant le mode d'action que je viens de décrire, j'ai dû admettre la structure que Straus-Durckheim a décrite dans le *Melolontha vulgaris* (*fig.* 15) ; car si les membranes postérieures *(z, z)* sont plus longues, et je les ai presque toujours observées telles, ce mode d'action devient impossible. En effet, le fluide, en entrant en même temps par deux ouvertures latérales correspondantes, poussera les deux membranes postérieures en dedans, et comme elles seront assez longues, elles s'appliqueront l'une contre l'autre et fermeront l'accès de la chambre ; mais, nous avons vu que les membranes antérieures (*y, y*) sont de même appliquées l'une contre l'autre à cause de la contraction de la chambre suivante, et qu'elles ferment aussi l'accès de cette chambre ; le fluide ne pourra donc plus s'introduire dans le vaisseau dorsal, puisque tous les accès seront fermés. L'observation montre que cette application des membranes postérieures *(z, z)* l'une contre l'autre a effectivement lieu (comme on le voit représenté dans la *fig.* 19), lorsque le fluide s'introduit dans le vaisseau.

Si, malgré ce que je viens de dire, on admet encore la structure que Straus-Durckheim a décrite, je répéterai que ce mode d'action du vaisseau dorsal est totalement impossible, parce qu'il est en contradiction avec une des premières propriétés de la matière, celle de l'impénétrabilité. En effet, chaque chambre devrait pouvoir contenir un instant toute la quantité de fluide qu'elle reçoit et qu'elle doit transmettre à la suivante ; mais toutes les chambres, excepté la première, en reçoivent de deux côtés en même temps, savoir : le fluide de la chambre précédente et celui qui entre par les ouvertures latérales.

La quantité que chaque chambre reçoit par les ouvertures latérales sera nécessairement en relation avec l'amplitude de pulsation ; là où celle-ci est le plus étendue, cette quantité sera la plus grande : comme c'est à la partie postérieure du vaisseau dorsal que cette amplitude est le plus éten-

due, et que de là elle diminue de plus en plus à mesure que l'on avance vers la partie antérieure, ce sera aussi au commencement du vaisseau dorsal que les chambres recevront la plus grande quantité de fluide par leurs ouvertures latérales.

Supposons que la première chambre reçoive une quantité de fluide représentée par 8, la seconde en recevra par ses ouvertures une quantité moindre, soit 7, et ainsi successivement la troisième 6, la quatrième 5, la cinquième 4, la sixième 3, la septième 2, et la huitième 1. La première chambre, en se contractant, devra remettre à la chambre suivante toute la quantité 8 qu'elle a reçue par ses ouvertures latérales lors de sa dilatation; immédiatement après cette contraction, elle recevra de nouveau par la dilatation suivante une autre quantité 8, qu'elle devra remettre encore à la seconde chambre, et ainsi successivement à chaque pulsation. Mais remarquons que cette seconde chambre reçoit, outre la quantité 8 de la première chambre, une autre quantité 7 de l'extérieur par ses propres ouvertures, en tout une quantité 15, qu'elle devra pouvoir contenir à la fois, puisque la troisième chambre est en contraction, ainsi que la première. Ensuite, quand la deuxième chambre se contractera, la troisième se dilatera pour recevoir de la précédente cette quantité 15 en entier; mais cette troisième reçoit en outre une quantité 6 par ses ouvertures latérales, ce qui fait en tout une quantité de fluide représentée par 21, et ainsi de suite jusqu'à la huitième chambre, qui recevra une quantité de fluide égale à 36. Cette huitième chambre devrait pouvoir contenir à la fois une quantité de liquide presque quintuple de la première, et avoir par conséquent une capacité quintuple; mais on observe, au contraire, qu'elle est plus petite, puisque la grandeur des chambres, du moins dans les larves, diminue peu à peu en partant de la première; il est donc évident qu'une telle action du vaisseau dorsal est incompatible avec sa structure, et je m'étonne que personne n'ait jusqu'ici remarqué cette contradiction.

On pourrait objecter encore que, dans les insectes parfaits, cette relation de la grandeur des chambres du vaisseau dorsal est différente, car chez ceux-ci, ce n'est pas la première chambre qui est la plus grande; mais, outre les arguments que j'ai fait valoir, je ferai remarquer que

lorsque les chambres sont plus grandes, les amplitudes de pulsation sont aussi plus grandes, et qu'alors il s'introduit plus de fluide par les ouvertures latérales; quelle que soit la structure, toujours, quand il existe dans une chambre des ouvertures latérales, cette chambre devra contenir une plus grande quantité de fluide que la précédente, parce qu'elle reçoit en même temps le fluide contenu dans la chambre précédente et celui qui entre par ses propres ouvertures. Or, dans le *Melolontha vulgaris,* la cinquième chambre est la plus grande, tandis que celles qui suivent ont presque la même grandeur; mais comme celles-ci reçoivent chacune une nouvelle quantité de fluide par leurs ouvertures latérales, outre celle qui arrive de la chambre précédente, elles devraient, au contraire, devenir de plus en plus grandes; cette cinquième chambre ayant la plus grande amplitude de pulsation, ce sera elle aussi qui recevra le plus de fluide par ses ouvertures latérales. D'ailleurs, dans d'autres insectes parfaits, je n'ai pas trouvé une différence de grandeur des chambres aussi prononcée que dans le *Melolontha vulgaris* décrit par Straus-Druckheim; ainsi, par exemple, je citerai le *Vespa crabro;* Newport n'a pas figuré non plus de différence aussi grande dans le vaisseau dorsal du *Lucanus cervus.* Je conclus de là que ces chambres antérieures ne pouvant contenir à la fois toute cette quantité de fluide, un pareil mode de pulsation réciproque entre les diverses chambres est impossible.

Cette quantité de fluide, croissant à mesure qu'elle s'avance dans le vaisseau dorsal, devrait passer par les chambres antérieures plus petites, de même que par la partie aortale, qui est encore beaucoup moins ample; mais comment serait-ce possible? Cela ne se pourrait que si le fluide, en avançant dans le vaisseau dorsal, acquérait une vitesse croissante, de sorte que, dans un temps donné, il passât une plus grande quantité de fluide dans une partie antérieure du vaisseau dorsal que dans une des parties plus postérieures; mais en admettant la pulsation réciproque des chambres, cette augmentation de vitesse serait impossible, puisque, comme je l'ai démontré (p. 54), le mouvement du fluide doit être détruit dans chaque chambre, et reproduit ensuite pour porter le fluide dans la chambre suivante; les courants n'auraient donc pour but que de transmettre le fluide

d'une chambre dans l'autre, et la dernière chambre seule devrait porter le fluide dans tout le corps; cette chambre serait le cœur proprement dit, et elle devrait être d'une force bien plus grande que les chambres précédentes, puisqu'elle aurait à porter le fluide dans tout le corps, tandis que les autres ne devraient le porter que d'une chambre dans l'autre. Néanmoins, l'observation prouve que cette augmentation de vitesse a effectivement lieu dans les parties les plus antérieures du vaisseau dorsal, et c'est pour cette raison qu'on observe si difficilement la circulation dans ces parties antérieures, car la quantité de globules n'étant pas grande et la vitesse étant rapide, on ne les voit, pendant qu'ils passent, que comme des ombres. C'est ce que j'ai pu observer dans les larves du *Pompilus viaticus*, du *Cossus ligniperda* et de l'*Ephemera diptera*.

Il est donc nécessaire qu'il y ait un autre mode de pulsation du vaisseau dorsal, et l'observation montre en effet qu'il en existe un. Pour expliquer ce mode d'action il faut regarder la partie cardiaque comme une seule chambre. Alors on comprendra l'admirable structure des appareils valvulaires, et comment cette structure si simple concourt, de quelque part qu'on l'observe, à atteindre le même but, le mouvement du fluide nourricier.

En premier lieu, il faut remarquer que les membranes valvulaires ont une direction d'arrière en avant, et oblique vers l'intérieur du vaisseau; il s'en suit que le fluide qui passe par les ouvertures, reçoit un mouvement d'arrière en avant, en accord avec celui que produira tout à l'heure la contraction. Ce mouvement n'est donc pas perdu, mais il est un commencement de celui qui sera communiqué au fluide par la contraction du vaisseau, et l'augmentera; ainsi la dilatation même du vaisseau contribue au mouvement que la contraction est spécialement destinée à produire et concourt déjà au but principal. Les membranes valvulaires servent principalement à opérer la clôture des ouvertures latérales par lesquelles le fluide entre dans le vaisseau; leur disposition n'est qu'accessoire, par rapport à ce que je viens de dire, mais très-propre au but principal de la nature, et nous allons voir qu'elle l'atteint d'une manière très-ingénieuse.

Le vaisseau dorsal étant en dilatation, ses parois pressent contre le fluide nourricier qui les entoure; celui-ci s'introduit dans les ouvertures latérales *(u, u, fig. 19)* et passe entre les membranes *(y, z)* qui, à cause du mouvement, sont éloignées l'une de l'autre, et donnent ainsi accès au fluide dans le vaisseau. Ce fluide vient premièrement presser des deux côtés contre les membranes postérieures *(z, z)* qu'il serre l'une contre l'autre, et elles reçoivent ainsi une courbure vers le bas (près de *z*); par cette disposition des membranes, le fluide, en entrant par les ouvertures *(u, u)*, est dirigé d'arrière en avant, et entre ainsi avec une certaine vitesse dans le vaisseau (par la fente *x*). Quand arrive maintenant la contraction du vaisseau, qui s'avance d'arrière en avant, elle augmente considérablement ce mouvement du fluide vers la partie antérieure; le fluide vient presser contre les membranes postérieures *(z, z, fig. 17)*, les pousse en avant en les appliquant contre les membranes antérieures *(y, y)*, et passe entre elles, par la fente *(x)* qui constitue la communication entre les portions du vaisseau dorsal.

Mais les membranes antérieures *(y, y)*, par leur ingénieuse disposition, sont poussées dans une direction précisément opposée, contraire au courant du fluide d'arrière en avant, et cela par la même contraction du vaisseau dorsal qui produit ce courant. Nous avons dit précédemment que ces membranes forment avec les parois extérieures du vaisseau des culs-de-sac *(près de y, y)*; quand donc la contraction de ces parois est parvenue jusqu'au de là des ouvertures, elle presse le fluide contenu dans les culs-de-sac, fluide qui, à cause du principe d'égalité de pression des liquides, presse également en tous sens : contre les parois extérieures la pression est détruite, car celles-ci sont la cause de cette pression; en avant, elle produit un mouvement du fluide dans le même sens que le courant principal, tandis qu'en arrière et vers l'intérieur du vaisseau, la pression s'exerce contre les membranes antérieures *(y, y)*, lesquelles sont repoussées obliquement en arrière et, par conséquent, contre les membranes postérieures *(z, z)*. Par la même contraction des parois du vaisseau, et à cause du mouvement du fluide d'arrière en avant qui en résulte, ces membranes postérieures, avons nous dit, sont poussées en avant et vers

les côtés du vaisseau, à cause de leur position oblique; de sorte que les membranes antérieures et postérieures s'appliquent les unes contre les autres et sont pressées avec d'autant plus de force, que la contraction du vaisseau est plus énergique et qu'elles ont à résister à une plus grande pression; elles peuvent donc résister à cette pression, malgré leur grande délicatesse. De cette manière les valvules ferment les ouvertures latérales, d'autant plus exactement que la pression du fluide est plus grande, et le fluide ne peut pas s'échapper par ces ouvertures, mais doit, par la contraction des parois du vaisseau dorsal, se porter en avant, de la partie cardiaque dans la partie aortale, et ensuite dans tout le corps.

On voit que la disposition des membranes est très-propre non-seulement à donner la direction d'arrière en avant au mouvement du fluide nourricier, mais aussi à fermer et à ouvrir tour à tour au fluide l'accès dans le vaisseau dorsal. De plus, cette disposition est encore très-propre au but de l'action du vaisseau dorsal, qui est de produire un mouvement régulier du fluide nourricier, parce qu'elle permet facilement au fluide d'avancer d'arrière en avant, et mettrait obstacle à un mouvement en sens contraire, car, dans ce cas, le fluide serait arrêté dans les culs-de-sac que forment les membranes antérieures *(y, y)*, et il presserait contre ces membranes en les appliquant l'une contre l'autre, de sorte que la communication entre les différentes parties du vaisseau dorsal [1] serait fermée pour un mouvement d'avant en arrière. Les membranes antérieures s'appliqueraient alors l'une contre l'autre, puisqu'elles n'éprouveraient pas en même temps une pression en sens contraire, comme cela a lieu avec le mouvement d'arrière en avant; dans ce dernier cas, ce ne sont pas les membranes correspondantes de droite et de gauche qui s'appliquent l'une contre l'autre, mais bien les membranes antérieures et postérieures de chaque côté du vaisseau.

[1] Quoiqu'il soit inexact de considérer le vaisseau dorsal comme étant séparé en diverses chambres, néanmoins ces appareils valvulaires le divisent en différentes parties, et on peut l'envisager ainsi, si seulement on n'y combine pas une action réciproque entre ces différentes parties; elles ne forment qu'un seul appartement, et ce n'est que dans le cas où le fluide tendrait à s'écouler en arrière, qu'une séparation réelle entre ces parties aurait lieu.

Cette parfaite économie de structure des appareils valvulaires est confirmée par la différence qui existe entre la première paire, telle que nous l'avons observée dans les larves du *Chironomus plumosus*, et les paires suivantes. Nous avons vu que la première paire ne s'étendait pas aussi loin que les autres dans l'intérieur du vaisseau dorsal; mais comme cette paire est au commencement du vaisseau, il n'était pas nécessaire de prévenir ici la rétrogradation du fluide; aussi les membranes de la première paire ne peuvent-elles jamais, comme celles des autres appareils, diviser le vaisseau dorsal, car elles sont trop courtes. Cependant, les membranes antérieures et postérieures subsistent encore, car elles sont restées nécessaires pour opérer la clôture des deux premières ouvertures latérales, seulement elles sont plus courtes que celles des autres paires, parce qu'elles n'avaient pas besoin d'être aussi longues; leur direction plus ou moins oblique, en avant et vers le milieu du vaisseau dorsal, est conservée de même, car elle restait aussi utile que pour les autres paires d'appareils. La seconde paire a déjà la forme ordinaire qu'ont toutes les autres, car celles-ci sont toutes dans les mêmes conditions.

On voit que tout s'accorde dans la structure du vaisseau dorsal pour produire un mouvement régulier du fluide nourricier d'arrière en avant, et c'est l'observation exacte qui montre l'existence réelle de ce mouvement et de l'action des appareils valvulaires telles que je les ai décrits. C'est principalement dans les larves du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme, du *Rhynchophore* des feuilles de l'aune, du *Pompilus viaticus*, du *Syrphus (Ribesii?)*, de l'*Ephemera diptera* et d'autres insectes que j'ai le mieux observé ce phénomène. Si maintenant on observe dans d'autres insectes une structure analogue, pourra-t-on douter qu'une action semblable s'opère chez eux? Après tout ce qui a été mentionné, pourrait-on douter même de l'existence de la circulation dans un seul insecte?

Les mouvements du fluide nourricier deviennent visibles par les globules qu'il contient, mais quand il en est dépourvu, ce mouvement ne peut plus être observé; c'est ce qui a lieu dans les larves du *Chironomus plumosus*. Toutefois, en observant l'action des appareils valvulaires dans ces larves, personne ne doutera de l'existence du mouvement du

fluide, quoique celui-ci soit privé de globules, car cette action est tout à fait analogue à celle des mêmes appareils dans les larves citées plus haut. Il y a encore une autre particularité que je mentionnerai ici : c'est que généralement la quantité de globules est moindre dans le fluide nourricier contenu dans le vaisseau dorsal, que dans celui des autres parties du corps, et que quelquefois même ils y manquent totalement. Ainsi, dans les larves du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme, j'observai des globules en mouvement dans la cavité du corps, entre les viscères, mais je n'en vis pas dans le vaisseau dorsal, et c'est dans cette même larve cependant que j'ai observé le mieux le mode d'action des appareils valvulaires qui étaient continuellement en action. Néanmoins, le fluide coulait régulièrement dans le vaisseau dorsal d'arrière en avant, et y entrait par les ouvertures latérales, entre les membranes; car, pendant que j'observais cette larve, j'ai vu, à trois reprises différentes, un seul globule, comme un indice du courant du fluide, entrer par les ouvertures latérales, passer entre les membranes et se mouvoir alors dans le vaisseau dorsal avec rapidité vers la partie antérieure.

Dans les larves du *Rhynchophore* des feuilles de l'aune, de même que dans d'autres insectes, je vis plus régulièrement des globules passer ainsi avec le fluide par le vaisseau dorsal; toutefois, la quantité de ces globules était moindre ici que dans la cavité du corps. Dans ces larves, j'ai reconnu en même temps la cause de cette différence, car une grande partie de ces globules, avant que le fluide n'entrât par les ouvertures, s'arrêtaient près du vaisseau dorsal, notamment dans le tissu graisseux; ils y restaient comme embarrassés et fixés, s'aggloméraient par la suite en groupes et allaient former ainsi le tissu graisseux; c'est donc principalement des globules contenus dans le fluide nourricier que se forme ce tissu. Ces globules paraissent consister principalement en graisse et ne pas être d'une utilité indispensable pour ce fluide, car, dans la larve du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme, nous avons vu qu'il en était totalement débarrassé en entrant dans le vaisseau dorsal, et c'est pourtant ce fluide nourricier, privé de globules, qui, pour la nutrition, sera porté dans tout le corps; d'ailleurs, dans les larves du *Chironomus plumosus*, nous n'avons

pas observé de globules du tout, pas plus que dans d'autres insectes, dont il sera encore fait mention par la suite.

Dans l'exposition que j'ai donnée du mode d'action du vaisseau dorsal, j'ai considéré la partie cardiaque comme un seul appartement qui se dilatait et se contractait en même temps dans toute sa longueur; de sorte que toutes les paires d'ouvertures latérales avec leurs appareils valvulaires s'ouvraient au même instant pour laisser entrer le fluide nourricier dans toute la longueur du vaisseau dorsal, et qu'elles se fermaient aussi toutes au même moment, quand le vaisseau se contractait pour porter par tout le corps le fluide nourricier qu'il avait reçu.

Dans la larve du *Rhynchophore* des feuilles de l'orme, j'ai pu observer en même temps dans le champ du microscope (avec un petit grossissement, mais suffisant pour voir distinctement l'action des valvules), trois paires de valvules, sans qu'il m'ait été possible de distinguer une différence de temps appréciable entre le moment d'écartement ou celui de clôture de ces trois paires; elles semblaient s'ouvrir et se fermer en même temps. Toutefois, il se pourrait encore que l'on observât une différence de temps, si l'on embrassait une plus grande partie du vaisseau dorsal.

Ces petits insectes se prêtent mal à une observation de ce genre, puisqu'on doit les regarder toujours par un grossissement assez considérable pour pouvoir bien distinguer les pulsations du vaisseau dorsal, et se borner alors au champ de vue de ce grossissement. De grands insectes qui ont la peau assez transparente pour laisser observer les pulsations avec précision à l'œil nu seront donc préférables; par exemple, les grandes chenilles du *Sphinx ligustri*, du *Smerinthus populi* ou d'une espèce analogue.

Si l'on observe attentivement l'une de ces chenilles, on pourra s'assurer, premièrement : que la pulsation du vaisseau dorsal n'est pas onduleuse, qu'il n'y a pas des dilatations et des contractions alternatives pour les différents appartements, car nous avons vu que la différence d'ampleur dans la larve du *Sphinx ligustri* n'est qu'apparente; et, en second lieu : qu'il y a une petite différence de temps entre la pulsation de la partie postérieure et celle de la partie antérieure du vaisseau dorsal, mais que cet intervalle n'est pas aussi grand que celui qu'il y aurait avec des pul-

sations alternatives des chambres. Dans ce dernier cas, le nombre des pulsations étant, par exemple, de 60 par minute (on peut admettre ce nombre pour terme moyen des pulsations dans les insectes), on aura *une* pulsation par seconde. En commençant donc par la première chambre, la quantité de fluide qu'elle contient, sera refoulée par la première pulsation dans la seconde chambre, d'où elle sera poussée par la deuxième pulsation dans la troisième chambre; ainsi, à la deuxième seconde, la pulsation qui pousse cette quantité de fluide, est parvenue à la deuxième chambre, et en avançant ainsi, ce sera à la huitième seconde que cette quantité de fluide et la pulsation qui la pousse, parviendra dans la huitième chambre, de sorte qu'on aura une différence de huit secondes entre la pulsation des extrémités postérieure et antérieure de la partie cardiaque du vaisseau dorsal; un tel mode de pulsation ne pourrait s'accorder avec la vitesse que le fluide doit recevoir pour passer par le vaisseau dorsal.

La différence qu'on observe n'est pas aussi grande, elle est un peu moins d'une seconde environ; en observant attentivement cette pulsation, on verra que la contraction, par exemple, commence toujours en arrière à la partie postérieure du vaisseau, en poussant devant elle le fluide contenu dans le vaisseau; cette contraction s'avance très-rapidement, et quand elle est parvenue jusqu'au huitième segment environ, la partie postérieure du vaisseau commence déjà à se dilater de nouveau, et cette partie sera en dilatation entière, quand la contraction sera parvenue à l'extrémité du vaisseau environ.

Dans une pulsation on peut distinguer quatre moments : un moment de contraction, un moment de dilatation et deux moments de station; l'un entre la contraction et la dilatation, l'autre entre cette dilatation et la contraction suivante. Ces moments sont entre eux dans des relations telles que celui de la contraction a la plus courte durée de tous; vient alors celui de la dilatation, et ensuite celui de la station entre la contraction et la dilatation; enfin le moment le plus long est celui de la station entre la dilatation et la contraction, de sorte qu'en supposant d'une seconde la durée de la pulsation entière, on pourra exprimer la durée de ces différents moments par les nombres de parties centésimales d'une se-

conde donnés ci-après; pour que l'on se figure plus facilement encore ce mode de pulsation, j'y ajouterai des lignes dont les longueurs représentent les durées respectives des moments et qui se suivent dans le même ordre que dans la pulsation, en commençant par la contraction. On comprendra toutefois que ces données ne sont qu'approximatives :

MOMENT de contraction.	MOMENT de station entre la contraction et la dilatation.	MOMENT de dilatation.	MOMENT de station entre la dilatation et la contraction.
———	—————	————	———————
$\frac{15''}{100}$	$\frac{25''}{100}$	$\frac{20''}{100}$	$\frac{40''}{100}$

Quand la contraction est parvenue vers l'extrémité antérieure du vaisseau, nous avons dit que le commencement est de nouveau presque entièrement dilaté; il s'ensuit que la différence de temps entre la pulsation des parties postérieure et antérieure sera d'environ $\frac{60''}{100}$, car pendant ce temps la pulsation de la partie postérieure a parcouru les trois premiers moments. On comprendra maintenant aussi, qu'il est impossible d'observer une différence de temps appréciable entre le moment d'écartement ou celui de clôture de trois paires d'appareils valvulaires successives.

Cette différence de temps entre la pulsation des parties postérieure et antérieure du vaisseau dorsal, ne peut pas, comme on pourrait le croire, mettre obstacle à l'action des appareils valvulaires telle que je l'ai exposée, tandis que la pulsation alternative des différents appartements empêcherait au contraire cette action, ainsi que je l'ai démontré. Entre la partie qui est en moment de contraction et celle qui est en moment de dilatation, il y a toujours quelques parties en moment de station; ainsi, par exemple, la contraction étant parvenue, comme je l'ai dit, au *huitième segment* environ, la partie postérieure du vaisseau, dans le *douzième segment*, commence de nouveau à se dilater; de sorte qu'il y a entre ces deux parties les *onzième, dixième* et *neuvième segments* dans lesquels le vaisseau est en moment de station, entre la contraction et la dilatation

suivante; toutes ces parties peuvent donc se dilater et se remplir de fluide sans obstacle, en allant d'arrière en avant, et quand cette dilatation parvient au *huitième segment*, la contraction se trouve déjà à l'extrémité du vaisseau, de sorte que l'action peut toujours s'avancer ainsi sans inconvénient. Il n'en est pas de même pour la contraction; avant que celle-ci puisse commencer, il faut que tout le vaisseau soit en état de dilatation; car, cette contraction commençant en arrière et pressant sur toute la colonne liquide contenue dans le vaisseau, l'introduction ultérieure de fluide, par les ouvertures latérales, deviendrait impossible.

Je dois faire remarquer que les durées des différents moments de la pulsation ne sont pas exactement les mêmes pour les différentes parties du vaisseau dorsal; par conséquent, les nombres par lesquels je les ai représentées n'expriment que des valeurs moyennes. Comme l'amplitude de pulsation est plus grande pour les parties postérieures du vaisseau que pour les parties antérieures, ces dernières emploieront moins de temps pour les moments de contraction et de dilatation que les parties postérieures; il en résulte que les moments de station auront une plus grande durée pour les parties antérieures; cette plus grande durée se porte principalement sur le moment de station entre la dilatation et la contraction suivante, de sorte que celui-ci l'emporte de beaucoup sur les trois autres moments. Ainsi, la différence de temps qui existe entre la pulsation des parties postérieure et antérieure est en grande partie compensée, et la partie antérieure vient donc précisément d'être dilatée, quand la contraction commence de nouveau à la partie postérieure.

Les pulsations du vaisseau dorsal peuvent continuer ainsi sans interruption; chaque pulsation pousse en avant, dans la tête et de là dans tout le corps, une nouvelle quantité de fluide nourricier reçue de l'extérieur par les ouvertures latérales du vaisseau dorsal, qui, par ses contractions, lui fait acquérir une vitesse croissante à mesure qu'elle avance dans ce vaisseau. Mais, pour effectuer cette pulsation, il lui faut de la force, il lui faut une organisation capable de la produire, tant pour la contraction, que pour la dilatation.

La membrane du vaisseau dorsal, qui opère la contraction, consiste

principalement en un tissu musculeux, dont les fibres entourent le vaisseau en forme annulaire; en outre, à l'extérieur, on observe encore des fibres longitudinales, mais pas sur toute l'étendue circulaire du vaisseau, puisqu'elles laissent entre elles des espaces plus ou moins grands; elles se distribuent de la même manière que sur l'estomac des chenilles, comme l'a très-bien figuré Suckow, seulement cette distribution est un peu plus irrégulière dans le vaisseau dorsal; ces fibres n'ont pas le caractère musculeux. Les fibres annulaires, au contraire, se distribuent sur toute la longueur du vaisseau, sans intervalles, et l'entourent d'une membrane serrée; elles ont le caractère musculeux, des stries transversales, exactement comme les fibres des autres muscles chez les insectes et chez d'autres animaux. On peut s'en assurer par la *fig.* 28, qui représente une parcelle de la membrane du vaisseau dorsal du *Vespa crabro*, vue sur la face intérieure; on y observe trois de ces fibres musculeuses, par un grossissement d'environ 800 fois; la direction *a a* est celle de la longueur du vaisseau, et *b b* celle de la largeur [1].

Dans la partie aortale, j'ai observé la même structure, mais il m'a été impossible de bien distinguer les trois membranes que Straus Durckheim et Newport ont aperçues dans les parois du vaisseau dorsal; il s'entend toutefois qu'il y aura encore une membrane qui lie ces différentes fibres musculeuses.

Dans la partie postérieure du vaisseau dorsal, ces fibres annulaires changent de direction, du moins c'est ce que j'ai observé dans les chenilles du *Sphinx ligustri (fig.* 14*)*. Les fibres semblent suivre la direction des ouvertures latérales; ainsi, près de l'ouverture *u*, elles ont une direction horizontale et entourent cette ouverture; de là elles vont en s'élevant dans la partie supérieure du vaisseau et prennent une position oblique, de même que l'ouverture *u'*; ensuite elles s'élèvent encore davantage dans les parties plus antérieures du vaisseau, et prennent une direction presque verticale, mais toujours encore un peu oblique, s'avançant de la partie

[1] Swammerdam a déjà décrit cette structure musculeuse du vaisseau dorsal, comme on a pu le voir par la citation reproduite dans le premier chapitre, pag. 17. *(Bybel der Natuure*, pag. 577.)

supérieure vers la partie inférieure et antérieure. Dans les parties les plus antérieures du vaisseau dorsal, on ne distingue plus les fibres aussi nettement.

Cette structure musculaire des parois du vaisseau dorsal produit les contractions, qui, chose remarquable, semblent être soumises à la volonté ou à toute autre influence chez quelques insectes, du moins, j'ai observé souvent que le vaisseau dorsal cessait de battre pendant quelque temps, dans des circonstances toutes naturelles, et recommençait ensuite, pour faire toujours quelques pulsations régulières, avant de s'arrêter de nouveau. Ces intervalles de pulsation sont très-irréguliers; souvent on voit battre le vaisseau dorsal pendant plusieurs heures, d'autres fois pendant quelques minutes seulement. Les durées des temps d'arrêts sont de même très-irrégulières, mais jamais aussi longues que celles de pulsation. C'est principalement dans les larves du *Chironomus plumosus* que l'on observe ces intervalles, et on les observe plus généralement dans les insectes aquatiques que dans les aériens. J'ai vu les mêmes phénomènes se produire chez l'*Ephemera diptera*, tant dans l'insecte parfait que dans la larve, mais je ne les ai jamais observés dans d'autres insectes aériens; ici le vaisseau dorsal battait sans intervalles.

L'état de dilatation est l'état ordinaire, car quand les pulsations s'arrêtent, le vaisseau reste toujours dilaté; lorsque l'insecte n'est plus sain, qu'il est mourant, il arrive quelquefois que le vaisseau reste contracté pendant quelque temps, mais c'est alors par un effet de spasme. Cet état de dilatation est-il produit par une élasticité des fibres musculeuses du vaisseau, de sorte que celles-ci s'étendent toujours d'elles-mêmes après leur contraction, ou bien, y a-t-il des organes particuliers pour effectuer cette dilatation ? Il n'est pas probable que ces fibres possèdent cette élasticité, puisqu'elles ont l'aspect et l'action des fibres musculeuses ordinaires; d'ailleurs, il serait difficile de vaincre de cette manière la résistance que les parois du vaisseau éprouvent en se mouvant contre le fluide qui l'entoure.

Il doit donc y avoir des organes particuliers pour cette dilatation, des organes extérieurs, qui ont la faculté de tirer les parois du vaisseau en

différents sens contre le fluide qui l'entoure, fluide qui, à cause de ce mouvement, s'introduit dans les ouvertures latérales. Ces organes ont déjà été décrits pour la partie postérieure du vaisseau dorsal, dans les larves du *Chironomus plumosus*, où je les ai le mieux observés; ce sont les ligaments, en forme de cordons, que l'on voit tendus entre les parois supérieure et latérales du vaisseau et les téguments extérieurs de l'animal; comme je l'ai fait remarquer, ils n'ont pas le caractère musculeux. Ces ligaments semblent être élastiques, ce qui est en accord avec l'état ordinaire de dilatation du vaisseau, puisqu'ils tendent toujours à le dilater; quand survient la contraction, cette force de tension est surpassée par celle de la contraction des fibres musculeuses des parois du vaisseau, mais, comme les ligaments élastiques continuent encore toujours à tirer ces parois vers l'extérieur, ils produisent ces tubercules et cette forme inégale que l'on observe aux parois latérales de la partie postérieure du vaisseau dorsal; lorsque la contraction de ces fibres musculeuses vient à cesser, l'élasticité des ligaments fait que ceux-ci rentrent dans leur état ordinaire de contraction et entraînent avec eux les parois du vaisseau.

Je n'ai pas pu apercevoir aussi bien ces ligaments dans d'autres insectes, mais les ligaments connus, qui s'étendent sur les côtés du vaisseau dorsal, et qu'on a nommés les ailes du cœur, semblent y appartenir; toutefois, le vrai mode d'action de ces ligaments latéraux me semble encore un peu obscur. On admet ordinairement qu'ils ont pour but de dilater le vaisseau dorsal, comme nous l'avons vu dans la larve du *Chironomus plumosus;* mais à eux seuls, ils ne peuvent pas, par leur contraction, produire une dilatation du vaisseau, si les parois supérieure et inférieure, ou une de ces deux au moins n'est pas fixée en même temps : en effet, ils tireraient le vaisseau des deux côtés seulement, celui-ci recevrait une forme aplatie sans se dilater, et cette action aurait plutôt pour résultat de pousser le fluide hors du vaisseau que de lui en faire admettre une nouvelle quantité. Cependant, cette dilatation devient possible, s'il y a aussi des ligaments analogues à la partie supérieure du vaisseau, comme dans la larve du *Chironomus plumosus*, et si en même temps les ligaments latéraux sont tendus dans une direction oblique de bas en haut.

Cette dernière condition a lieu, puisque les points où ces ligaments s'attachent aux parois latérales des téguments du corps se trouvent un peu plus bas que l'endroit qu'occupe le vaisseau dorsal. Quant aux ligaments supérieurs, ils n'ont pas été observés jusqu'ici, mais leur existence est très-probable, car le vaisseau dorsal ne se dilate pas seulement des deux côtés dans le sens de la largeur, mais aussi dans celui de la profondeur, vers les parties dorsale et ventrale du corps, comme nous l'avons vu déjà dans la larve du *Chironomus plumosus;* j'ai observé encore la dilatation en profondeur dans d'autres insectes, par exemple, dans les larves des *Rhynchophores*, en les regardant sur le côté.

D'ailleurs, je n'ai jamais pu bien observer les ligaments nommés les ailes du cœur, tels qu'on les décrit, dans les larves d'insectes; dans les chenilles du *Sphinx ligustri,* je n'ai pas pu les distinguer du tissu graisseux, qui adhérait fortement aux parois du vaisseau; est-ce parce qu'ils sont trop embarrassés dans ce tissu, ou bien constituent-ils réellement une partie de ce tissu? Ces questions je ne puis pas les décider, mais il me semble bien certain que ces ligaments ont au moins une certaine relation avec ce tissu. Quand on voit battre le vaisseau dorsal dans une larve, on observe toujours que le tissu graisseux se meut en même temps, et qu'il suit les mouvements du vaisseau; ce tissu ressemble à une membrane s'étendant des deux côtés du vaisseau dorsal, membrane qui est entraînée vers le milieu, quand le vaisseau se contracte, et qui se retire, quand il se dilate. Ce mouvement est très-propre pour arrêter les globules contenus dans le fluide nourricier, et pour les embarrasser dans ce tissu, comme je l'ai mentionné plus haut.

Dans les insectes parfaits, les ligaments latéraux, les ailes du cœur, sont plus distincts et semblent plus développés; on peut le voir dans la *fig.* 27, qui représente la partie antérieure de la portion cardiaque du vaisseau dorsal, avec la dernière paire de ligaments, et une partie de l'avant-dernière, chez l'insecte parfait du *Vespa crabro.*

Je dois faire remarquer, premièrement, que ces ligaments n'ont pas le caractère musculeux, comme on peut le voir dans une portion vue avec un plus fort grossissement *(fig.* 29*)*, et que, conséquemment, on ne peut

pas les comparer à des muscles ordinaires; ensuite, que ces ligaments entourent le vaisseau dorsal en formant une gaîne dans laquelle il est enfermé; et enfin, que plusieurs lobules du tissu graisseux adhèrent encore partout à ces ligaments.

La gaîne qu'ils forment autour du vaisseau dorsal se fixe aux parois de celui-ci, à l'extrémité de la partie cardiaque et à l'endroit où commence la partie aortale (près de *e*, *fig.* 27); de là cette gaîne s'étend vers la partie postérieure, en entourant lâchement le vaisseau, et en formant une enveloppe en forme de réseau, à l'extérieur de laquelle on observe plusieurs molécules de la graisse *(h')*. C'est par cette structure qu'il me semble que les globules du fluide nourricier sont retenus en tout ou en partie avant que le fluide entre dans le vaisseau. Je crois aussi que cette enveloppe est la troisième membrane du vaisseau dorsal que mentionne M. Newport, et le sinus veineux dont parle M. Owen. Comme le tissu graisseux est absorbé, pour la plus grande partie, pendant l'état de nymphe et d'insecte parfait, on n'en voit plus ici que quelques restes adhérents partout aux cordons des ligaments, et c'est de là que ces ligaments sont beaucoup plus apparents dans l'insecte parfait.

D'après ce que je viens de dire, il me paraît que ces ligaments ont quelque rapport avec le tissu graisseux et ne sont pas sans influence sur la formation de ce tissu; je m'étonne, d'après le degré de développement qu'ils ont dans les insectes parfaits, de n'être pas parvenu à les distinguer dans les larves, malgré le tissu graisseux dont ils devaient être enveloppés. Il me semble donc douteux que ces ligaments existent déjà dans les larves; peut-être dans cet état se confondent-ils avec le tissu graisseux, et qu'alors, quand ce tissu vient à être absorbé dans l'état de nymphe, ces ligaments restent pour faire la fonction de dilatateurs du vaisseau dorsal.

Nous avons encore à voir maintenant la manière dont se fait la circulation par les autres parties du corps; elle sera facile à comprendre et pourra être décrite en peu de mots, si nous avons une fois une idée nette du mode d'action du vaisseau dorsal, puisque c'est cet organe qui domine tout le mouvement circulatoire. Nous avons reconnu et démontré que le vais-

seau dorsal avait pour fonction de pousser à chaque pulsation une certaine quantité du fluide nourricier, par sa partie aortale, jusque dans la tête de l'insecte, et qu'il recevait cette quantité, à chaque pulsation, de la cavité de l'abdomen, par ses ouvertures latérales. Il nous reste à voir où cette quantité de fluide se porte quand elle est arrivée à la tête.

Dans la description de la partie aortale, nous avons laissé le vaisseau sous le ganglion *sus-œsophagien*, et nous devons voir ce qu'il devient alors; s'ouvre-t-il là librement, ou bien se divise-t-il en plusieurs rameaux, comme le pensent quelques auteurs, principalement les Anglais, tels que MM. Bowerbank [1], Newport et autres? Ce dernier auteur a décrit et figuré dans le *Sphinx ligustri* et dans la chenille du *Vanessa urticae*, des ramifications à la partie antérieure de la portion aortale du vaisseau dorsal, après qu'elle a passé sous le ganglion *sus-œsophagien* (j'ai copié *figures* 12 et 13, les dessins qu'il donne d'après le *Sphinx ligustri*), et en outre, il croit avoir observé un vaisseau qui longe le système nerveux sous-intestinal; cette structure est analogue à celle qu'on a décrite dans les *Scolopendres*. Il m'a été impossible d'observer des divisions semblables dans cette partie du vaisseau dorsal, toutefois, je n'oserai les nier, car l'investigation en est très-difficile; quant à une division en rameaux se distribuant par tout le corps, je ne crois pas qu'elle existe.

J'ai dit en commençant ce mémoire que les auteurs qui se rangeaient à l'une des deux opinions opposées, étaient trop exclusifs. Nous nous sommes déjà occupé de l'une de ces opinions; quant à l'autre, il me semble qu'elle va trop loin en accordant un système vasculaire complet aux insectes. Le mode particulier de disposition des organes respiratoires le rend sans doute inutile; le raisonnement de Cuvier reste donc vrai; le système vasculaire dans lequel se meut le fluide nourricier est en rapport avec le mode de respiration. Dans les insectes, ce système vasculaire a été donné à l'air, pour qu'il pût se porter dans

[1] Dans la figure de la larve de l'*Ephémère*, M. Bowerbank représente exactement de la même manière que moi les courants du fluide nourricier; je n'y ai pas distingué les vaisseaux, que, d'après ce que disent quelques auteurs, M. Bowerbank prétend avoir observés; toutefois, comme on la vu (note p. 46), je n'ai pas pu consulter le texte.

toutes les parties du corps et du fluide nourricier, et non pas au fluide nourricier pour aller chercher l'air dans un organe particulier et le porter alors dans chaque partie du corps; il ne s'ensuit pas que la circulation de ce fluide soit devenue entièrement inutile; l'observation prouve le contraire. On doit considérer le vaisseau dorsal, dans les insectes, non pas comme un organe vasculaire servant à contenir le fluide, mais bien comme un organe destiné à lui donner un mouvement régulier dans le corps; c'est un appareil qui produit et régularise le mouvement du fluide.

On oppose à cette considération qu'on ne peut se figurer une circulation sans vaisseaux; pour moi, je n'y vois aucune difficulté, et je le prouverai bientôt, mais je ne puis me former une idée de la nutrition, avec un appareil vasculaire, tel que le proposent quelques auteurs. Ainsi, le siége de la nutrition se trouvant en chaque endroit des organes de l'animal, le fluide nourricier doit pouvoir parvenir dans chacun de ces endroits; dans les autres animaux, les vaisseaux sanguins se ramifient jusqu'à un degré de finesse extrême, et se portent à chaque partie de l'organisme; dans les insectes, il devrait donc exister une ramification analogue si le fluide nourricier était contenu dans des vaisseaux, mais en admettant de larges espaces vasculaires, sans ramifications dans toutes les parties des organes, il m'est impossible de me faire une idée de la nutrition. C'est de cette manière que M. Brants représente aussi l'appareil vasculaire [1]; dans l'insecte parfait du *Vespa crabro*, cet auteur croit avoir vu le vaisseau dorsal s'élargir après être passé sous le ganglion sus-œsophagien, et se continuer ensuite par des membranes entourant les différentes parties du corps et formant ainsi des vaisseaux pour conduire le fluide nourricier en arrière; ces membranes montraient la structure musculeuse propre aux parois de la partie aortale du vaisseau dorsal, mais non pas aussi distinctement. Il dit aussi qu'il ne peut pas se figurer une circulation régulière sans ces vaisseaux; quant à moi, comme je l'ai déjà dit, je n'y vois pas de

[1] *Bijdrage tot de kennis der Monddeelen van eenige vliesvleugelige gekorvenen (Insecta hymenoptera), door Dr. A. Brants* (p. 87). Ce mémoire, que j'ai oublié de mentionner dans la préface, se trouve inséré dans le *Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie, uitgegeven door J. Van der Hoeven en W.-H. de Vriese* (VIIIe partie, Leyde, 1841, p. 71).

difficulté, tandis qu'il me paraît au contraire, que le fluide nourricier ne pourrait venir en contact avec toutes les parties des organes, s'il coulait par des espaces vasculaires qui existeraient entre ces organes. Si cependant les espaces vasculaires ne se trouvaient pas entre les organes, mais si ceux-ci se montraient dans ces espaces mêmes, de telle sorte, que le fluide, en coulant par ces espaces, baignât en même temps les organes qui s'y trouveraient, la chose me paraîtrait possible. La cavité du corps serait alors divisée par ces membranes en plusieurs espaces séparés qui serviraient en quelque sorte à diriger les courants du fluide; l'existence d'une telle disposition me semble probable, du moins dans les insectes parfaits, puisque j'ai observé des phénomènes qui s'y rapportent, notamment dans l'insecte parfait de l'*Ephemera diptera*. Dans l'abdomen de cet insecte, j'ai vu le vaisseau dorsal faire des pulsations qui s'avançaient d'arrière en avant, mais, en outre, j'ai observé des mouvements ondulatoires qui s'avançaient en sens contraire, de la tête vers la partie postérieure; il semblait que les ondes du fluide fussent poussées par une membrane fibreuse qui effectuait évidemment des contractions régulières quand l'onde passait dessous. Cette membrane paraissait revêtir, à l'intérieur, les téguments de l'insecte, mais je n'ai pas pu décider si elle s'étendait aussi entre les organes intérieurs; toutefois, elle semblait se porter aussi sous le vaisseau dorsal.

On observe dans ces ondes quatre courants principaux : un sous le vaisseau dorsal, un autre à la partie ventrale, le long du système nerveux sous-intestinal, et un de chaque côté, suivant le trajet des gros troncs latéraux des trachées; on voit représenté, dans la *fig.* 30, l'un des courants latéraux *(c)* et le courant ventral *(c')*; le côté du ventre est un peu tourné en avant, de manière que le courant dorsal n'est pas visible dans la figure. Les ondes de ces courants principaux diminuent lentement sur les côtés, de sorte qu'entre deux ondes contiguës, ces courants se confondent insensiblement l'un avec l'autre; ainsi les courants latéraux sont en contact en haut avec le dorsal, en bas avec le ventral, et au milieu entre eux; ils entourent de cette manière l'abdomen d'ondes en forme d'anneau, qui s'enflent aux quatre points des courants principaux. Ces ondes en forme d'an-

neau s'avancent uniformément d'un segment dans l'autre, d'avant en arrière, et se succèdent régulièrement, de telle manière, qu'il y en a simultanément une dans chaque segment.

Quand on observe cet insecte sur le dos, on voit les pulsations du vaisseau dorsal qui s'avancent très-rapidement en avant; mais en même temps on voit, sous le vaisseau dorsal, à travers celui-ci, le courant principal des ondes, qui se dirige en sens contraire en s'avançant beaucoup plus lentement. Comme on aperçoit ces ondes beaucoup plus facilement que les pulsations du vaisseau dorsal, principalement à cause de la rapidité avec laquelle s'avancent ces dernières, on croit au premier abord que les pulsations de ce vaisseau marchent de la tête vers la partie postérieure de l'insecte, et, quand on observe alors le vrai courant du vaisseau dorsal, celui-ci paraît subir une double pulsation, l'une d'arrière en avant, l'autre d'avant en arrière; mais une observation plus exacte prouve que les choses se passent comme je les ai exposées.

Ainsi, les observations anciennes de Malpighi [1] et de Réaumur [2], sur lesquelles on a manifesté si souvent de l'étonnement et des doutes, sont confirmées, car ces savants ont évidemment observé un phénomène analogue dans des insectes parfaits. De même que ces deux observateurs, je n'ai jamais vu de phénomène semblable dans les larves, et il me semble de nouveau, que les membranes dont on observe l'action en même temps que ces mouvements ondulatoires, ont quelque rapport avec le tissu graisseux, et qu'elles restent après la résorption du tissu.

Comme je l'ai déjà fait remarquer plus haut, les pulsations du vaisseau dorsal s'arrêtaient parfois dans ces insectes pendant quelque temps, mais néanmoins, les mouvements ondulatoires continuaient et ne s'arrêtaient jamais; cela montre qu'ils avaient une cause propre et qu'ils ne dépendaient pas immédiatement de l'action du vaisseau dorsal; toutefois les intermissions dans la pulsation du vaisseau dorsal étaient toujours très-courtes, elles ne se prolongeaient jamais beaucoup plus que la durée de trois ou quatre pulsations. Il semble résulter de ces faits que les phéno-

[1] *Dissertatio epistolica de Bombyce*, page 86, et *Opera omnia*, tome II, page 42.

[2] *Mémoire pour servir à l'histoire des insectes*, tome I, pages 409 et 643.

mènes de la circulation sont plus compliqués dans les insectes parfaits que dans les larves; ils sont donc loin de disparaître comme le pensait M. Carus. Du reste, il est peu croyable que, dans l'état parfait, lorsque l'animal est parvenu à son plus haut degré de vie animale, les fonctions de la vie organique ne soient plus nécessaires; le contraire me paraît devoir exister, même pour les organes qui, à ce que l'on dit, se dessèchent, tels que les ailes, par exemple. Puisque l'on doit considérer ces organes, non comme des membranes immobiles, mais bien comme des membranes susceptibles de se mouvoir en divers points, ils doivent donc contenir, dans leur organisation, des muscles pour mouvoir leurs différentes parties; ces muscles se dessècheraient bientôt s'ils n'étaient plus baignés par un fluide, et les ailes ne seraient plus en état d'exécuter leurs fonctions; la nutrition doit donc les mettre toujours en état de pouvoir exécuter ces fonctions, de même que tous les autres organes.

J'ai dit que je ne croyais pas, qu'outre ces expansions de membranes, il y eût des vaisseaux dans les insectes, et je base cette assertion, notamment sur les faits suivants :

1° Je n'ai pu observer des rameaux partant du vaisseau dorsal; toutefois, l'observation de la partie antérieure du vaisseau, quand il a passé sous le ganglion sus-œsophagien, est, comme je l'ai dit, très-difficile à faire, et il se pourrait qu'il y eût, à l'extrémité de cette partie, de courtes ramifications pour diriger les courants du fluide qui échapperait du vaisseau dorsal en cet endroit, ainsi que l'a figuré M. Newport. Quant à des rameaux ultérieurs, leur existence ne me semble pas plus probable que celle des rameaux partant de la partie antérieure de la portion aortale, comme les a figurés M. Dugès. Dans les injections que j'ai faites dans le vaisseau dorsal, les différentes matières que j'ai employées étaient toujours répandues d'une manière trop discontinue dans cette partie antérieure, pour pouvoir être suivies de point en point; je n'ai pu les suivre que jusqu'à une petite distance au delà du ganglion sus-œsophagien. Cette discontinuation de la matière injectée dans la partie antérieure du vaisseau dorsal, semble indiquer que son contenu s'épanche dans un espace plus ample; il en résulte que la matière parvient difficilement à remplir l'extré-

mité du vaisseau dorsal, c'est-à-dire la partie qui épanche le fluide dans un espace plus grand.

2° En observant attentivement la substance des organes par le microscope, on devrait y apercevoir des traces de ramifications, quand même la transparence des parois de ces vaisseaux serait assez grande pour rendre leur observation impossible; et, comme on ne distingue rien de semblable, il est probable qu'elles n'existent pas.

3° Quand on fait une petite incision dans la peau d'une larve, à la partie antérieure ou postérieure, et qu'on la tient ensuite par le bout opposé, de manière à ce que le corps soit librement suspendu, la peau molle de la larve s'affaisse bientôt, et presque toute la quantité du fluide nourricier contenu dans la cavité du corps s'écoule par cette petite incision; s'il était contenu dans des vaisseaux, et que l'incision n'eût blessé que de petites ramifications, le fluide ne s'écoulerait pas aussi facilement. Dans les insectes parfaits, les téguments plus rigides ne s'affaissent pas aussi facilement, et le fluide ne s'écoule que quand l'air s'introduit au même instant pour le remplacer; mais une petite incision rend difficile l'introduction de l'air en même temps que la sortie du fluide, aussi l'écoulement s'opère-t-il très-imparfaitement.

4° Dans les injections que j'ai faites dans le vaisseau dorsal, la matière s'est portée toujours partout entre les organes en les colorant à l'extérieur, sans que l'observation microscopique montrât sur ces organes des distributions régulières en forme de ramifications de vaisseaux.

5° Lorsque l'on ouvre la cavité du corps des insectes conservés pendant quelque temps dans de l'esprit-de-vin, on trouve ordinairement partout entre les organes des flocons de matière coagulée provenant du fluide nourricier.

6° D'après l'observation microscopique des courants du fluide nourricier, ils ne paraissent aucunement être renfermés dans des vaisseaux. On voit souvent ces courants changer plus ou moins de place et de direction quand l'insecte se meut ou que les intestins sont en grande action, par exemple, quand le rectum se décharge d'excréments, et on voit aussi généralement les globules se remuer sur un assez grand espace.

7° Enfin, on peut encore énumérer les arguments que Cuvier avait déjà mentionnés : la distribution particulière des organes respiratoires ; la disposition des organes sécrétoires, ainsi que des muscles, qui ne forment pas, comme dans les autres animaux, des glandes conglomérées et des masses liées ensemble par du tissu cellulaire, mais flottent au contraire librement dans le fluide qui les baigne ; et, en outre, le défaut de tissu cellulaire dans les insectes, car ce sont les trachées seulement qui combinent les organes entre eux, et mettent obstacle à leur séparation.

En admettant donc que le vaisseau dorsal s'ouvre librement dans la tête et y épanche, dans la cavité du corps, le fluide qu'il pousse en avant par chaque pulsation, on peut se rendre facilement compte des phénomènes de circulation que l'on observe dans le corps de l'insecte, si l'on fait attention à la structure et au mode d'action du vaisseau dorsal. Comme chaque pulsation pousse une nouvelle quantité de fluide dans la tête, ce fluide ne peut pas s'y accumuler et y rester ; chaque nouvelle quantité pousse donc celle déjà contenue entre les organes qui se trouvent dans la cavité de la tête, et cette dernière ne pourra se porter qu'en arrière, car elle ne peut s'échapper d'aucun autre côté. Dans la partie postérieure du corps, le vaisseau dorsal, par chaque pulsation, reçoit au contraire, de l'extérieur, c'est-à-dire de la cavité du corps, une nouvelle quantité du fluide qu'il pousse en avant dans la tête ; la quantité de fluide contenu dans la partie postérieure du corps se trouve ainsi continuellement diminuée, et il en résulte un vide qui détermine une succion vers cette partie ; le fluide contenu dans les parties antérieures se porte donc en arrière pour remplacer les pertes qu'y cause l'action du vaisseau dorsal. Ces deux effets opposés doivent produire évidemment un courant régulier d'avant en arrière dans le fluide nourricier contenu dans la cavité du corps, tandis que le vaisseau dorsal le porte de nouveau d'arrière en avant.

Ce courant ne coule pas dans une cavité libre, car celle-ci est remplie d'organes qui lui opposent des obstacles ; le fluide avance principalement par les vides que lui laissent ces organes, et se partage en plusieurs courants principaux qui passent par les endroits où ces organes laissent entre

eux les plus grands espaces. Ces courants ne sont donc pas bornés d'une manière invariable; c'est de là que résultent les changements et les ébranlements qu'on y observe souvent et que j'ai déjà mentionnés. Toutefois, on compte généralement quatre courants principaux : un au-dessous et le long des côtés du vaisseau dorsal; un de chaque côté du corps, le long des troncs principaux des trachées, et un quatrième au ventre, le long du système nerveux sous-intestinal.

Ce n'est pas seulement à la partie postérieure du corps que le vaisseau dorsal reçoit du fluide de l'extérieur pour le porter en avant, car, dans chaque segment de l'abdomen où il y a une paire d'ouvertures, il s'empare d'une certaine quantité de ce fluide; il y aura ainsi une diminution du fluide dans les environs de chaque paire d'ouvertures, ce qui détermine des courants transversaux se détachant des courants principaux qui vont d'arrière en avant, et se portant de bas en haut et obliquement des côtés vers les ouvertures latérales.

Comme c'est la partie postérieure du vaisseau dorsal qui a la plus grande amplitude de pulsation, du moins dans les larves, et que cette amplitude diminue de plus en plus vers la partie antérieure, c'est aussi à cette partie postérieure et par la première paire d'ouvertures que la plus grande quantité de fluide est reçue dans l'intérieur du vaisseau; cette quantité diminue successivement pour chaque paire d'ouvertures, à mesure que celles-ci se trouvent plus en avant. De là il suit nécessairement que la succion vers la partie postérieure du corps est la plus grande, et qu'elle devient successivement moindre à chaque paire d'ouvertures plus antérieure. Parmi les courants produits par cette succion, les plus considérables sont ceux qui se dirigent vers la partie postérieure; les principaux sont donc ceux qui se portent d'avant en arrière, tandis que les courants latéraux qui s'en détachent sont de moins en moins considérables, à mesure qu'ils correspondent à des paires d'ouvertures plus rapprochées de la tête.

A mesure que l'amplitude de pulsation sera plus grande à la partie postérieure du vaisseau dorsal, chaque pulsation y enlèvera une plus grande quantité de fluide de la cavité du corps; mais, en outre, il en résultera que la force de succion deviendra plus grande dans la partie postérieure et

que le courant qui se porte d'avant en arrière sera plus considérable et aussi plus rapide. Le renflement de la partie postérieure du vaisseau dorsal dans la larve du *Chironomus plumosus* produira par conséquent dans cette larve des courants considérables et très-rapides d'avant en arrière, courants qui, à cause de la célérité qu'ils ont acquise, se porteront plus facilement au delà du commencement du vaisseau dorsal, c'est-à-dire dans les 13me et 14me segments; c'est là le rapport dont j'ai parlé antérieurement et que j'ai supposé exister entre le renflement et la disposition du vaisseau dorsal.

D'après ce que nous venons de dire, il se formerait donc dans le corps de l'insecte, entre les intestins, différents courants réguliers s'avançant principalement d'avant en arrière; c'est de cette manière que nous les avons toujours observés et que nous les avons aussi représentés (*figures* 1, 22 et 23) dans la larve de l'*Ephemera diptera*, du *Pompilus viaticus* et du *Syrphus (ribesii?)*. Ces courants ne deviennent apercevables que par le mouvement des globules, qui ne peut pas être représenté dans une figure où tout reste en repos; de plus, ces globules n'étant jamais nombreux ni même très-apparents, on ne les aperçoit presque pas dans les figures, car ils ne forment pas des séries de globules bien distinctes indiquant le chemin qu'ils parcourent comme dans des animaux vertébrés; j'ai dû, pour ces raisons, indiquer les principaux chemins suivis par les globules au moyen de lignes qui représentent en même temps la direction du mouvement. Elles sont formées d'une série de petits traits plus gros en arrière et se terminant en pointes en avant, de manière que la direction des pointes indique la direction des courants, comme le montrent les lignes tracées à côté des figures, où la direction est de *y* vers *z*. Je crois que les figures n'ont presque plus besoin d'autre explication; j'ajouterai seulement que le courant du vaisseau dorsal, celui au milieu du corps dont la direction est indiquée d'arrière en avant, est le seul qui aille dans ce sens, tandis que tous les autres vont d'avant en arrière, et produisent les petits courants latéraux qu'on voit entrer par les valvules dans le vaisseau dorsal.

Dans le vaisseau dorsal de la larve du *Pompilus viaticus*, on voit le courant passer sous le ganglion sus-œsophagien en *b*, et sortir près de *c*, où

il se divise en trois parties : un courant central qui se porte en avant entre les mâchoires, dans le labre, et deux courants latéraux qui se recourbent de côté et en arrière, passent entre les muscles des joues et des tempes, et vont se dérober à la vue dans les organes qu'on y trouve; il existe probablement encore d'autres courants qui se portent vers le bas, mais ils ne sont pas apercevables, à cause des organes qui en empêchent l'observation. C'est la seule larve dans la tête de laquelle j'ai pu bien distinguer ces courants.

J'ai indiqué les différents courants par une ligne noire, tandis que Carus a distingué le courant direct du vaisseau dorsal par un trait rouge, et les courants rétrogrades, par des lignes bleues, en désignant ces derniers comme veineux et le premier comme artériel. Cette distinction en sang veineux et artériel me paraît fausse, puisqu'elle a entièrement disparu dans les insectes; cela supposerait que leur sang porte avec lui l'oxygène à toutes les parties du corps, et enlève de ces parties l'acide carbonique pour le transmettre au dehors par les poumons, tandis que tout le sang des insectes est toujours de même nature.

Malgré ces courants du fluide nourricier, il pourrait cependant arriver qu'il y eût dans le corps des parties où le fluide restât en repos, et par lesquelles les courants ne passeraient pas; mais on ne doit pas oublier que les insectes ont un corps mobile qu'ils peuvent contracter et dilater plus ou moins, et dont ils ont la faculté de mouvoir les différents segments, ce qui arrive chaque fois qu'ils se déplacent. Le fluide nourricier contenu dans la cavité du corps, doit nécessairement être mis en mouvement par ces secousses et s'entre-mêler partout. Il ne pourrait jamais être produit de cette manière un mouvement régulier, mais bien une mixtion entre les parties du fluide stationnaire et celles du fluide des courants; cette combinaison produira un renouvellement régulier du fluide nourricier dans toute la cavité du corps.

Dans les appendices du corps, les pattes, les ailes, les antennes et autres, on ne peut pas se rendre compte de la même manière du renouvellement du fluide nourricier; on n'aperçoit aucune cause qui déterminerait les courants du corps à s'introduire dans ces appendices, pour se

porter jusqu'aux parties extrêmes, et à retourner ensuite vers les courants principaux, dans le corps, comme l'a supposé Carus. Pour que des courants réguliers parcourent aussi ces appendices, des organes particuliers semblent nécessaires, aussi en a-t-on observé. Ce sont les organes pulsatoires que M. Behn a le premier décrits en détail dans les pattes de plusieurs *Hémiptères*, et que Degeer avait probablement déjà observés dans les pattes d'un *Ornithomya avicularia.* J'ai observé moi-même des phénomènes qui s'y rapportent dans les pattes de plusieurs *Hémiptères*, comme on le voit mentionné dans le tableau du premier chapitre (pag. 25), et j'ai représenté quelques organes pulsatoires dans les jambes du *Sigara coleoptrata* (voyez *fig.* 24, 25 et 26); toutefois, il m'a été impossible jusqu'ici de bien distinguer leur structure et leur mode d'action. Tout ce que j'en puis dire, c'est qu'on observe dans la partie supérieure des jambes, près de l'articulation avec la cuisse, un organe en forme de bourre qui, quand il est en mouvement, monte et descend comme un piston; on le voit représenté dans les *fig.* 24 et 25 (*e*). Cet organe semble, d'une part, fixé à la face supérieure et antérieure des téguments de la patte et, de l'autre, se continuer en une membrane (*c d*), qui paraît s'étendre dans toute la patte. Quand l'organe *e* se meut vers le bas, il semble s'écarter un peu de la membrane *c;* de sorte qu'il en résulte un espace entre *c* et *e*, *fig.* 25. J'ai observé des pulsations dans ces organes, mais il m'a été impossible d'y constater l'existence de la circulation, ce qui ne doit être attribué qu'à l'absence des globules dans le fluide nourricier de cet hémiptère; cette circulation n'est pas douteuse, car on l'a observée dans les pattes d'autres espèces, lorsque le fluide contenait des globules.

La circulation a lieu alors, quand l'organe que nous venons de décrire est en mouvement, et elle s'arrête aussitôt que cet organe cesse de se mouvoir; je l'ai observée ainsi dans les pattes de jeunes individus du *Tettigonia viridis,* dont j'ai représenté une jambe dans la *fig.* 26. On n'y voit pas l'organe pulsatoire, mais seulement la membrane qui s'étend dans la patte (*d*); cette membrane est aussi toujours en mouvement, quand l'organe pulsatoire se meut, mais ce mouvement diminue de plus en plus pour des parties de la membrane plus éloignées de l'organe pulsatoire; le mouve-

ment de cette membrane s'opère du milieu de la patte vers sa paroi extérieure et supérieure, et réciproquement. Quand cet organe était en mouvement, il se formait dans la patte un courant de fluide qui descendait avec une grande vitesse, dans un petit espace de la patte, le long du côté extérieur et supérieur; ce courant se recourbait à l'extrémité de la jambe, près de l'articulation du tarse, et revenait plus lentement, dans un espace plus grand, le long du côté intérieur et inférieur de la patte. Une portion du courant ne se recourbe pas, mais parcourt de la même manière le tarse; la quantité de fluide qui parcourt ainsi les extrémités des appendices du corps étant toujours petite, elle ne contient que quelques globules, et souvent point du tout, ce qui rend l'observation de la circulation, dans ces parties extrêmes, toujours difficile; c'est là, sans doute, ce qui a donné lieu à l'opinion que les courants ne s'étendaient que dans les cuisses ou les jambes.

Les pulsations de ces organes sont fréquemment interrompues, souvent pendant un assez long espace de temps, tandis que la durée du mouvement est ordinairement courte; ainsi on peut, pendant plusieurs heures, observer différentes fois un insecte sans voir ni pulsations ni phénomènes de circulation dans les pattes; c'est ce qui a fait croire probablement, que les phénomènes de la circulation disparaissaient à certaines époques. Toutefois, quand ces organes sont en mouvement, ils battent très-vite, et on y compte toujours beaucoup plus de pulsations en une minute que dans le vaisseau dorsal; elles étaient surtout très-rapides dans les espèces d'Aphis; leur nombre s'élevait certainement à plus de cent par minute.

Il n'y a donc pas de doute que ces organes ne soient des accessoires pour produire des courants réguliers dans les pattes; ils sucent, pour ainsi dire, par chaque pulsation, une nouvelle quantité de fluide de la cavité du corps, et ils le laissent passer et repasser à l'endroit où ils se trouvent, pour le porter dans les parties plus inférieures des pattes; cependant, son chemin doit être tracé, car il ne se formerait pas dans ces parties de courants jusqu'aux extrémités, si le fluide pouvait de nouveau s'échapper tout de suite. On observe, en effet, que la cavité de la patte est divisée en

deux portions par une membrane, de sorte que le fluide qui entre dans la portion la moins spacieuse, ne peut retourner que par l'autre, qui est plus grande.

Je crois avoir observé des organes analogues dans les ailes de quelques insectes, mais je ne puis pas avancer ce fait avec assez de certitude.

Dans un grand nombre d'insectes, je n'ai pas observé d'organes semblables dans les pattes; néanmoins, il semble qu'ils y existent aussi, mais dans un autre endroit. Dans les larves de l'*Ephemera diptera* par exemple, j'ai observé, dans l'intérieur du corps, au commencement des appendices caudaux et des pattes, des organes qui semblaient servir à la circulation dans ces parties, car cette circulation s'y faisait de même avec une vitesse plus grande que dans le corps, et de plus, elle s'y arrêtait souvent, quand la circulation dans le corps continuait; elle doit donc avoir une cause propre de mouvement que je crois trouver dans ces organes, car ils étaient en mouvement chaque fois que la circulation se faisait voir dans les appendices. Ces appendices étaient aussi partagés par des membranes en deux portions, dont l'une était moins ample que l'autre; le courant entrait dans l'espace le moins ample, et il sortait par l'autre espace; à l'intérieur du corps, ces espaces semblaient plus dilatés, et entourés d'une membrane qui était en mouvement quand la circulation se montrait dans les appendices.

L'organe dont nous venons de parler est représenté dans la *fig.* 1 (*d*). Le vaisseau dorsal semble se continuer dans cette partie, mais je ne puis dire si leurs deux cavités communiquent ensemble; il m'a paru cependant que cette communication n'existait pas. Cet organe exécute aussi des pulsations, mais elles ne sont pas en rapport avec celles du vaisseau dorsal; elles s'arrêtent souvent, tandis que les pulsations du vaisseau dorsal continuent. On n'y observe pas d'ouvertures latérales avec leurs appareils valvulaires, mais bien un appareil unique *(c)* au milieu, dont les membranes valvulaires sont opposées en direction à celles qu'on trouve dans le vaisseau dorsal. Cet appareil valvulaire se prête donc à un mouvement du fluide nourricier d'avant en arrière, opposé à celui qui a lieu dans le vaisseau dorsal.

Si cet organe communiqueavec la partie postérieure du vaisseau dorsal, il peut en recevoir du fluide nourricier par l'action des pulsations de cette partie, et ces pulsations lui communiqueront un mouvement d'avant en arrière; il recevra alors ce fluide du cul-de-sac par lequel le vaisseau dorsal se termine en arrière dans le 14me segment : s'il n'est pas en communication avec le vaisseau dorsal, il peut recevoir du fluide nourricier de l'extérieur, de la cavité du corps, par l'action de l'appareil valvulaire qu'on y observe. Cet organe se porte plus vers le bas que le vaisseau dorsal, et un courant de fluide nourricier, revenant de la partie postérieure de l'animal, passe au-dessus et se porte en avant, ce qui empêche de bien distinguer la marche des globules dans cet organe.

Dans les appendices caudaux on observe un petit canal limité; il se trouve au milieu, dans l'appendice mitoyen, et un peu de côté et vers l'intérieur, dans les appendices extérieurs; ces canaux, par lesquels le fluide nourricier s'introduit dans les appendices, peuvent être suivis presque jusqu'à l'extrémité de ces organes; le fluide revient ensuite par la cavité qui entoure chacun de ces canaux.

Dans les pattes, j'ai observé aussi la circulation du fluide nourricier, mais rarement, et pas assez distinctement pour pouvoir déterminer le cours que ce fluide y prend et la manière dont s'y fait la circulation, c'est pourquoi je ne l'ai pas indiqué dans la figure.

Dans les antennes, je n'ai jamais pu observer de circulation du fluide nourricier, excepté dans le premier article, où le courant entrait du côté intérieur et revenait du côté extérieur.

Dans les appendices branchiaux, j'ai observé, plusieurs fois, un courant qui entrait par le bord antérieur.

Dans les ailes, j'ai toujours observé la circulation de la même manière que M. Carus l'a décrite, seulement, j'ai observé de plus, dans la nervure principale des ailes d'un *Phryganea grandis*, deux courants de côté, l'un entrant et l'autre sortant.

Je crois avoir éclairci dans ce second chapitre les phénomènes de la circulation dans les insectes, autant que les observations le permettent; j'aurais pu traiter, dans un troisième chapitre, de la connexion qui

existe entre ce mode de circulation et l'organisation entière des insectes, en la comparant en même temps avec ce qu'on observe chez d'autres animaux, mais c'eût été m'écarter de la question telle que l'Académie l'a proposée [1].

[1] Ce troisième chapitre a été envoyé après le concours comme partie supplémentaire, mais l'Académie n'a pas cru devoir le publier. Elle a supprimé aussi quelques considérations générales dans la préface, ainsi qu'une grande partie du premier chapitre où l'auteur s'occupait du but et de la nécessité de la circulation, des différentes manières d'observer et des moyens d'éviter les causes d'erreur dans les recherches microscopiques.

EXPLICATION DES FIGURES [1].

PLANCHE I.

Fig. 1. Jeune larve de l'*Ephemera diptera* [2], vue sous un grossissement de 50 fois environ. — Les courants du fluide nourricier sont indiqués par des lignes formées d'une suite de petites flèches qui montrent en même temps la direction du mouvement. Par exemple, dans la ligne tracée à côté de la figure, les flèches indiquent que la direction du courant est de *y* vers *z*.

*N*os 1-14. Les quatorze segments du corps de l'insecte, dont le premier forme la tête, les second, troisième et quatrième, les segments thoraciques, et les dix autres les segments abdominaux.

a, b, b', c', c. Le vaisseau dorsal; *a*, le commencement dans le treizième segment; *b, b*, les quatre premières paires d'ouvertures avec leurs appareils valvulaires; l'entrée des courants est représentée par les lignes qui passent entre les valvules; *b', b'*, les cinq dernières paires d'ouvertures; on n'a pas indiqué les courants qui entrent par ces paires pour ne pas trop embrouiller le dessin; *c', c*, la partie aortale du vaisseau dorsal.

d e. Prolongement du vaisseau dorsal en arrière, dans le quatorzième segment; il sert probablement pour la circulation dans les appendices caudaux; *e*, un appareil valvulaire simple qu'on y trouve. (Dans la figure les points de renvoi ont été mis un peu trop en arrière.)

f, f. Canaux par lesquels le fluide nourricier entre dans les appendices caudaux, tandis qu'il retourne vers le corps par l'espace entier des appendices.

h, h. Quelques parties des appendices des intestins (vaisseaux de Malpighi).

[1] Le petit trait placé à côté de plusieurs figures représente la grandeur réelle de l'objet.

[2] Dans le texte, j'ai regardé la détermination de cette espèce comme incertaine, mais je crois pouvoir maintenant lever tous les doutes; cette larve n'est pas, comme je l'ai dit (page 25), le *Cloë bioculata* de Pictet, mais bien son *Cloë diptera*.

o, o. Premiers rudiments des ailes.
A. Une des branchies, vue en dessous avec un plus fort grossissement.
t. Tronc de trachée qui va se ramifier dans cette branchie.

PLANCHE II.

Fig. 2. Larve du *Chironomus plumosus* [1], grossie et vue de côté.
a. Commencement du vaisseau dorsal avec un renflement dans le douzième segment.
g, g. Différentes parties des intestins qui luisent à travers les autres organes.
h, h. Le tissu graisseux, d'une couleur verte.
l. L'un des deux appendices (respiratoires?) postérieurs.
l'. L'un des deux appendices (respiratoires?) antérieurs.
n. Quelques petites branches de trachées partant de ce point. C'est vers le même point qu'on trouvera dans la nymphe les houppes branchiales.
o. Un double tubercule muni de poils.
p. Quatre appendices à la partie inférieure du douzième segment.
q. Quatre autres appendices à l'extrémité du corps, en forme de feuilles arrondies; l'un d'eux est caché par les autres.
Fig. 3. Le douzième segment de cette même larve, grossi davantage et vu de côté. On y voit le commencement du vaisseau dorsal en état de contraction.
c. Les ligaments dorsaux du vaisseau dorsal, en forme de cordons.
c', c'. Des faisceaux de ces ligaments qui se portent en arrière, en haut et en bas.
k, k', k''. Différents muscles pour le mouvement des segments.
y, z, x, x'. L'une des ouvertures latérales; *y*, le bord antérieur; *z*, le bord postérieur; *x*, le coin supérieur; *x'*, le coin inférieur.
Les autres lettres indiquent les mêmes objets que dans la figure précédente.
Fig. 4. Le même segment que dans la figure précédente, mais avec le vaisseau dorsal en état de dilatation.

PLANCHE III.

Fig. 5. Le treizième, le douzième et une partie du onzième segment de la larve précédente vue sur le dos.
b. Portion du vaisseau dorsal qui a acquis son ampleur ordinaire.
e. La seconde paire d'ouvertures avec ses valvules.
Les autres lettres indiquent les mêmes parties que dans les trois figures précédentes.

[1] Les doutes émis par Meigen m'avaient fait placer dans le texte (voyez page 27) un point d'interrogation après le nom spécifique de cet insecte, mais je ne pense pas que l'on doive encore douter de cette détermination.

Fig. 6. La même partie du vaisseau dorsal que dans la figure précédente, mais représentée hors du corps de l'insecte et grossie davantage. Elle est en état de dilatation.

Fig. 7. La même partie en état de contraction.

PLANCHE IV.

Fig. 8. Chenille du *Smerinthus populi*, de grandeur naturelle.

a, b, d. Le vaisseau dorsal, luisant à travers les téguments.

Fig. 9. Chenille du *Sphinx ligustri*, de grandeur naturelle.

a, b, d, e. Le vaisseau dorsal luisant à travers la peau; *d, d,* parties qui semblent renflées au milieu des segments; *e, e,* parties qui semblent rétrécies aux endroits de combinaison de deux segments.

Fig. 10. Chenille du *Sphinx ligustri*, dont une partie de la peau du dos a été enlevée; vue au double de la grandeur naturelle.

a,b,c,d,e. Le vaisseau dorsal; *a c*, la partie cardiaque; *c b*, la partie aortale; *b*, l'endroit où le vaisseau disparaît sous le ganglion sus-œsophagien; *d, d,* les parties renflées où se trouvent les ouvertures latérales; *e, e,* les parties rétrécies.

f. L'œsophage.

g. Le commencement de l'estomac.

h, h. La couche supérieure du tissu graisseux qui adhère aux parois latérales du vaisseau dorsal.

h', h'. Petites couches de tissu graisseux, en forme de bandes, qui couvrent en partie le vaisseau dorsal et s'attachent à la paroi supérieure.

h'', h''. Lobules plus profondes du tissu graisseux; pour les rendre visibles, des parties de la couche supérieure ont été enlevées.

h''', h'''. Deux lobules de ce même tissu, très-grands et d'une forme particulière. Ils couvrent la partie postérieure et supérieure du vaisseau dorsal et s'appliquant contre les deux surfaces latérales de l'arête qui se trouve sur cette partie du vaisseau dorsal *(fig. 14, p)*.

i. Ganglion nerveux sus-œsophagien.

k, k. Différents muscles pour le mouvement des segments.

Fig. 11. Le vaisseau dorsal du même insecte représenté hors du corps.

q. Partie postérieure arrondie du vaisseau dorsal.

p, p. Les deux faces de l'arête que porte cette partie du vaisseau dorsal.

o. Le sommet de cette arête.

t, t. Des parties de trachées adhérentes encore au vaisseau dorsal.

Fig. 12. La portion antérieure de la partie aortale du vaisseau dorsal du *Sphinx ligustri*, se divisant en quelques branches courtes dans la tête, après qu'elle a passé sous le ganglion sus-œsophagien. Cette partie est vue sur le dos.

Fig. 13. La même partie, mais vue de côté. Ces deux parties ont été copiées d'après les dessins de M. Newport. Elles sont vues sous un grossissement considérable[1].

Fig. 14. La partie postérieure du vaisseau dorsal de la chenille du *Sphinx ligustri*, vue de côté et sous un plus fort grossissement que dans la fig. 11.

a. Le commencement du vaisseau.

b. La partie antérieure.

q r. La partie inférieure, aplatie et horizontale de la partie postérieure du vaisseau.

p o. L'arête verticale qui surmonte cette partie horizontale; *p*, la face gauche de cette arête, un peu concave pendant l'affaissement du vaisseau; *o*, le sommet de l'arête.

u. L'ouverture gauche inférieure de la double paire d'ouvertures que l'on trouve au commencement du vaisseau dorsal de cette chenille.

u'. L'ouverture gauche supérieure de cette double paire d'ouvertures.

n. La face inférieure du vaisseau.

Fig. 15. Dessin schématique du vaisseau dorsal qui montre comment les choses se passeraient en admettant la division en un certain nombre de chambres et la pulsation réciproque de ces différentes chambres, comme l'ont fait M. Straus-Durckheim et d'autres auteurs d'après lui.

y, y, z, z. Valvules que l'on trouve dans le vaisseau dorsal; *z, z*, les valvules postérieures qui, d'après M. Straus-Durckheim, sont plus courtes que les antérieures *y, y*.

PLANCHE V.

Fig. 16. Larve du *Rhynchophore* qu'on trouve au printemps dans l'intérieur des feuilles de l'orme.

Fig. 17. L'un des segments abdominaux de cet insecte et le commencement des deux segments adjacents, vus sous un plus fort grossissement. On y voit une portion du vaisseau dorsal et une paire d'ouvertures avec leurs appareils valvulaires, qui se trouvent vers le milieu du segment. Le vaisseau dorsal est ici en état de contraction.

a b. Portion du vaisseau dorsal; *a*, la partie postérieure; *b*, la partie antérieure.

u, u. Les ouvertures latérales extérieures.

x. Les coins supérieurs des ouvertures et l'endroit où elles s'ouvrent dans le vaisseau. Ces ouvertures sont fermées, tandis que la communication entre les parties *a* et *b* du vaisseau est ouverte.

y, y. Les membranes valvulaires antérieures.

z, z. Les membranes valvulaires postérieures.

g g. Une portion de l'estomac.

[1] Roget, *Animal and vegetable Physiologie*, vol. II. London, 1834, p. 245, fig. 343 et 344.

Fig. 18. La même partie que dans la figure précédente, mais avec le vaisseau dorsal dans un état intermédiaire entre l'état de contraction et celui de dilatation.

Fig. 19. Encore la même partie, mais avec le vaisseau en état de dilatation. Ici on voit ouverte la communication entre l'intérieur et l'extérieur du vaisseau, par les ouvertures latérales, tandis que la communication entre les parties *a* et *b* du vaisseau est fermée.

Fig. 20. Dessin schématique d'une portion du vaisseau dorsal, vue perpendiculairement à l'un des côtés, afin de montrer l'une des ouvertures latérales.

Fig. 21. Dessin schématique de la moitié de la portion du vaisseau dorsal représentée dans la figure précédente (coupe faite par les points *a* et *b* de la fig. 20), pour faire voir l'appareil valvulaire en perspective. Cette figure est représentée dans une position renversée, de sorte que la partie antérieure se trouve en bas, parce que de cette manière elle se prêtait mieux à être vue en perspective.

PLANCHE VI.

Fig. 22. Larve du *Pompilus viaticus*, grossie et vue sur le dos. Les globules du fluide nourricier étaient très-grands dans cette larve. On les voit représentés dans la partie postérieure de l'insecte. — La direction des courants du fluide est indiquée par de petites flèches. Dans la ligne tracée à côté de la figure, les flèches indiquent que le sens du mouvement des courants est de *y* vers *z*.

a, b, c. Le vaisseau dorsal; *a*, le commencement dans la partie postérieure de l'insecte; *b*, endroit où il passe sous le ganglion sus-œsophagien; *c*, endroit où il reparaît après avoir passé sous ce ganglion. Du neuvième jusqu'au treizième segment, on voit quatre paires d'ouvertures latérales avec leurs appareils valvulaires; chaque paire se trouve au milieu d'un segment.

e, d, d. Trois courants du fluide nourricier dans lesquels on voit se diviser le courant du vaisseau dorsal; *e*, le courant du milieu qui se porte entre les mâchoires, dans le labre; *d*, *d*, deux courants qui se recourbent latéralement, se portent en arrière et se divisent entre les muscles qu'on trouve dans la tête pour le mouvement des mâchoires.

f. Le ganglion nerveux sus-œsophagien.

g, g. Différentes parties des intestins qui, par leur couleur brun-foncé, luisent à travers les téguments et le tissu graisseux.

h, h. Le tissu graisseux qui couvre extérieurement tous les organes intérieurs et qui, à quelques endroits, est plus transparent qu'à d'autres; on observe en outre, plusieurs corps ronds et blancs qui sont des parties de ce tissu déjà plus organisées, c'est-à-dire pourvues d'une multitude de petites trachées et entourées de membranes plus épaisses.

Fig. 23. Larve d'un *Syrphus (Ribesii?)* vue sur le dos. Les segments du corps étaient difficiles à distinguer dans cette larve. On voit les globules du fluide nourri-

cier disséminés dans tout le corps; ils sont plus petits que dans la larve précédente. — Comme dans la figure précédente, une suite de petites flèches indiquent les courants du fluide.

k. La tête.

a b. Le vaisseau dorsal; le commencement, près de *a*, et la partie antérieure, près de *b*, ne sont pas apercevables, à cause de la graisse et des autres organes qui les couvrent.

c, *d*, *e*. Trois paires d'ouvertures latérales avec leurs appareils valvulaires.

g. Portion des intestins.

h, *h'*. Différentes parties du tissu graisseux.

l, *i*, *i*. Les deux grands troncs latéraux des trachées; *i*, *i*, les stigmates antérieurs; *l*, les stigmates postérieurs.

m. Un tronc de communication entre les deux troncs latéraux des trachées.

n, *n*. Deux rameaux de trachées, assez considérables, qui partent des troncs latéraux et se partagent en un faisceau de plusieurs petites branches très-courtes, destinées probablement à aller se ramifier par la suite dans le tissu graisseux.

Fig. 24. Une patte postérieure du *Sigara coleoptrata*, grossie.

a. La cuisse.

b. La jambe.

t t. Trachée.

e. L'organe pulsatoire.

c d. La membrane qui est en connexion avec cet organe pulsatoire et qui s'étend dans la patte.

Fig. 25. Une patte antérieure du même insecte.

f. Le tarse.

Les autres lettres indiquent les mêmes objets que dans la figure précédente.

PLANCHE VII.

Fig. 26. Une jambe d'une jeune *Tettigonia viridis*, grossie.

d. La membrane qui s'étend dans la patte.

b. La partie antérieure de la jambe.

f. Le tarse.

t. Trachée.

Fig. 27. Une portion du vaisseau dorsal de l'insecte parfait du *Vespa crabro*. Je l'ai fait représenter telle qu'elle était, quoique un peu gâtée à la partie postérieure, parce que je n'ai jamais eu une portion du vaisseau dorsal où les ligaments latéraux se montraient aussi bien; je l'ai donc fait dessiner exactement d'après nature, sans rien y changer.

a, b, d. Portion du vaisseau dorsal; *a*, partie postérieure; *b*, partie antérieure ou commencement de la partie aortale.

u, x, y, z. Une paire d'ouvertures latérales avec leurs appareils valvulaires. Ces lettres désignent les mêmes parties que dans les figures de la planche V.

e. La dernière paire de ces ouvertures.

c, c. Les ligaments latéraux *(les ailes du cœur)*.

h, h. Tissu graisseux qui se trouve encore entre ces ligaments.

h', h'. Gaîne que les ligaments latéraux forment autour du vaisseau dorsal et à laquelle adhèrent encore plusieurs globules de la graisse.

Fig. 28. Une portion de la membrane de la partie cardiaque du vaisseau dorsal du même insecte, vue sur la face intérieure et avec un grossissement de 800 fois environ. On y observe trois fibres musculeuses.

a a. La direction dans la longueur du vaisseau dorsal.

b b. La direction dans la largeur.

Fig. 29. Portion des ligaments latéraux du vaisseau dorsal déjà représentés dans la fig. 27 (*c*, *c*), mais vus avec un plus fort grossissement.

Fig. 30. Quatre segments de l'abdomen de l'*Ephemera diptera*.

a. La partie dorsale.

b. La partie ventrale.

t t. Un des deux gros troncs latéraux des tranchées.

s, s. Stigmates.

c, c'. Ondes du fluide nourricier qui parcourt le corps, de la tête vers la partie postérieure de l'insecte.

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES TRAITÉES DANS CE MÉMOIRE.

PRÉFACE.

CHAPITRE PREMIER.

Sur la circulation des insectes en général.

CHAPITRE SECOND.

Sur la manière dont se fait la circulation dans les insectes.

FIN.

Fig. 1.


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.

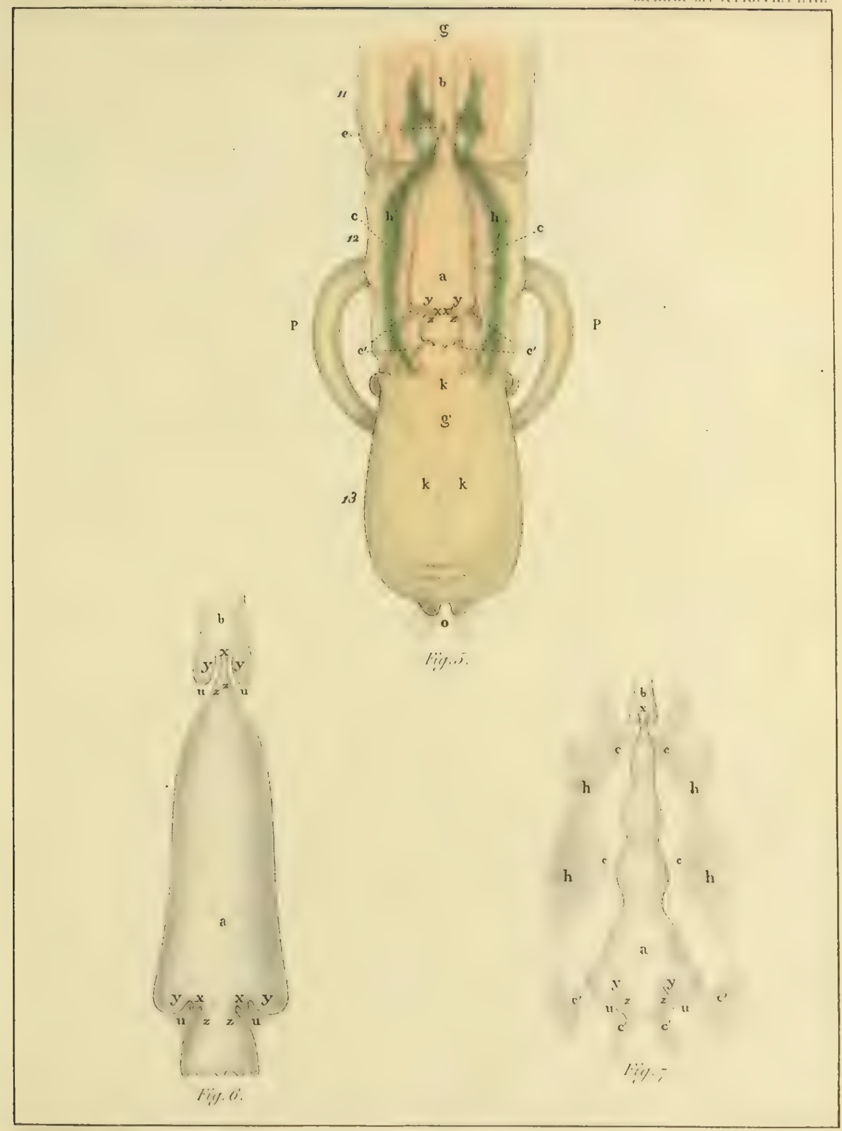


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

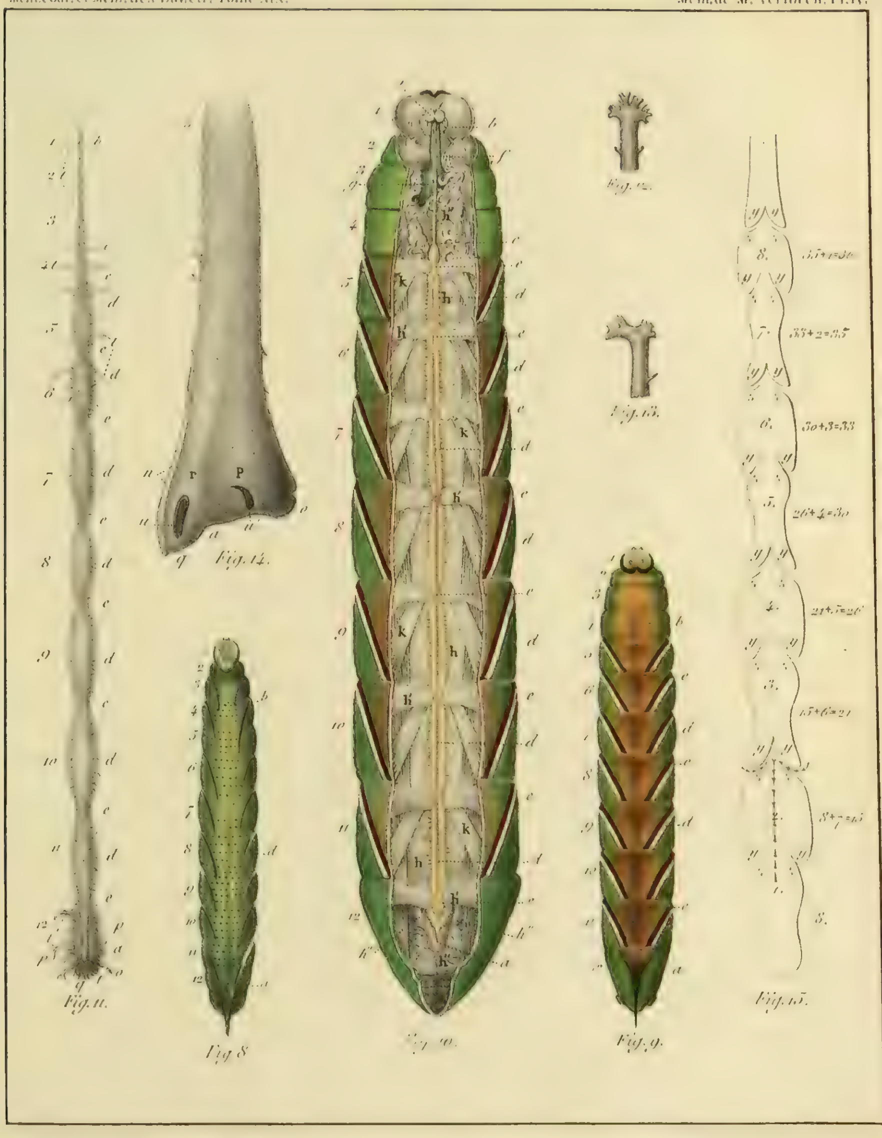


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

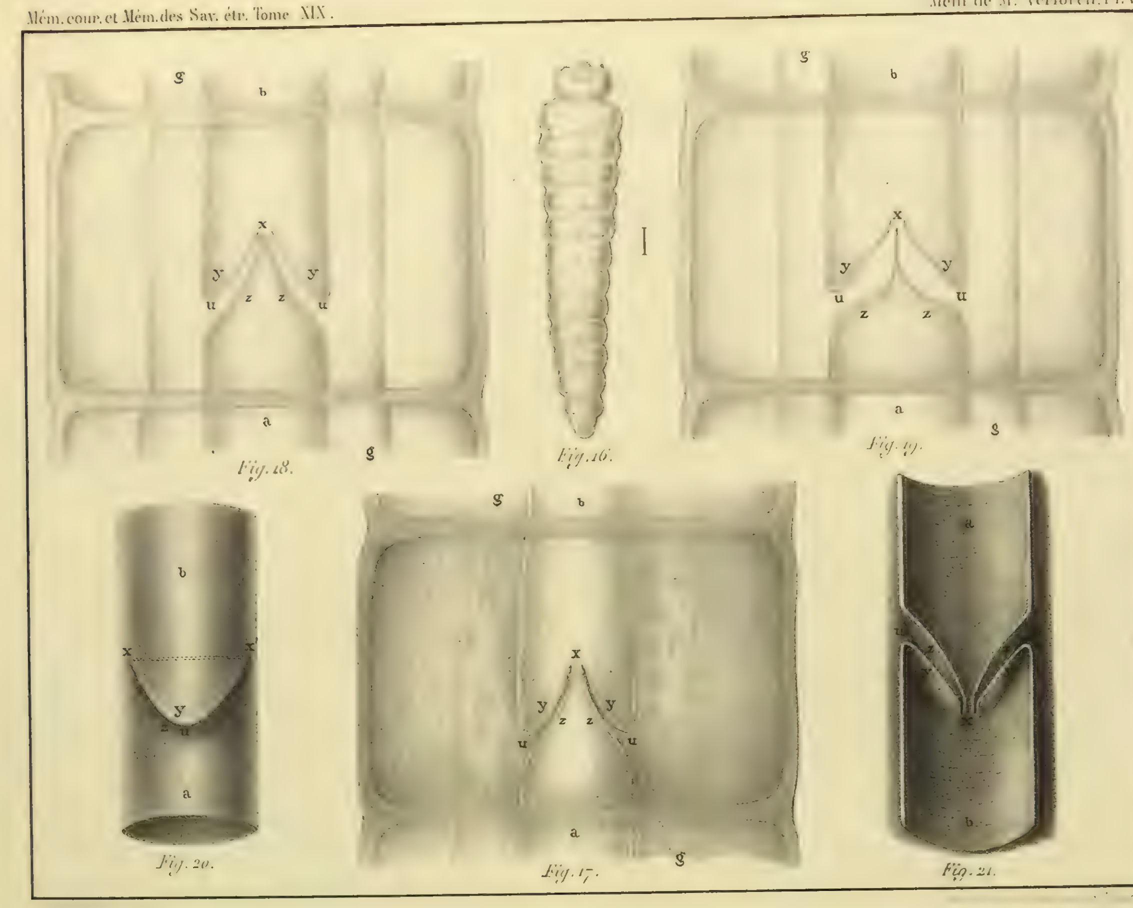
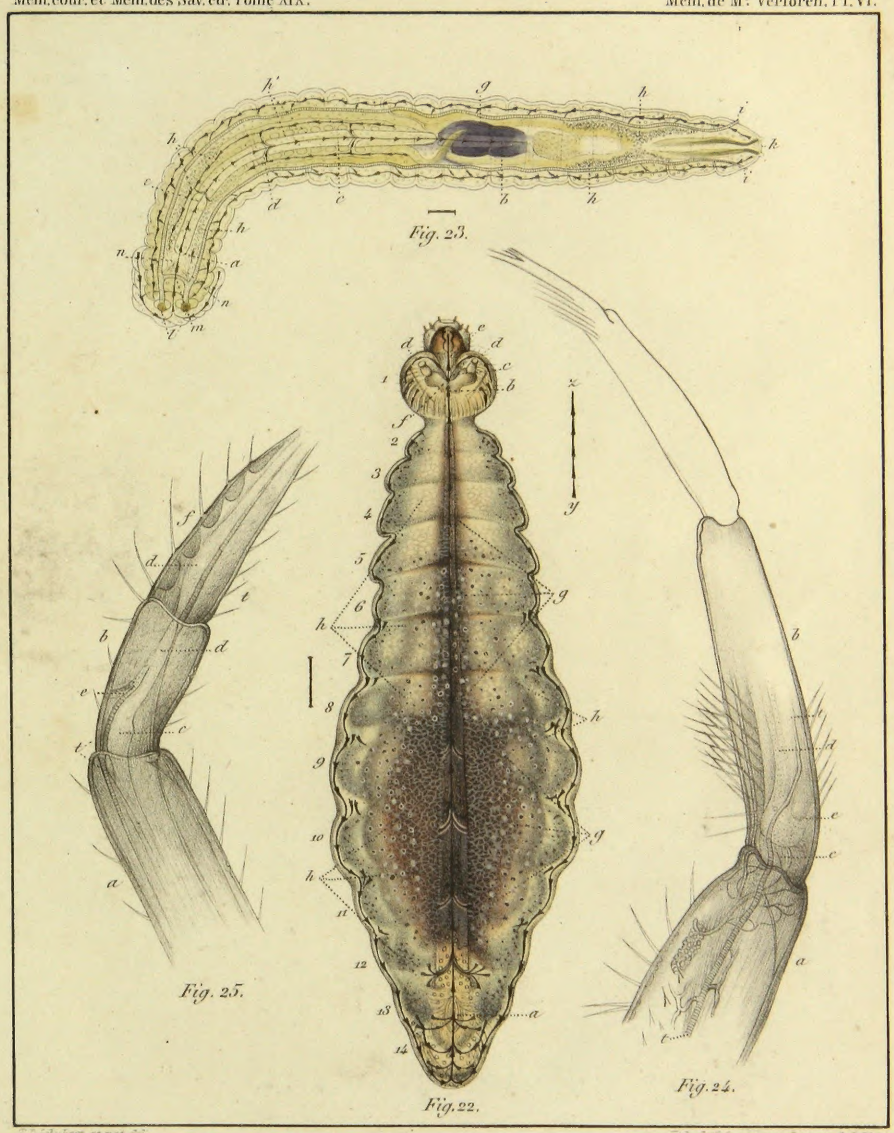


Fig. 18. Fig. 16. Fig. 19.

Fig. 20. Fig. 17. Fig. 21.



T. Schubart ad nat. del. Lith. de G. Severeyns lith. et col. de l'Acad.

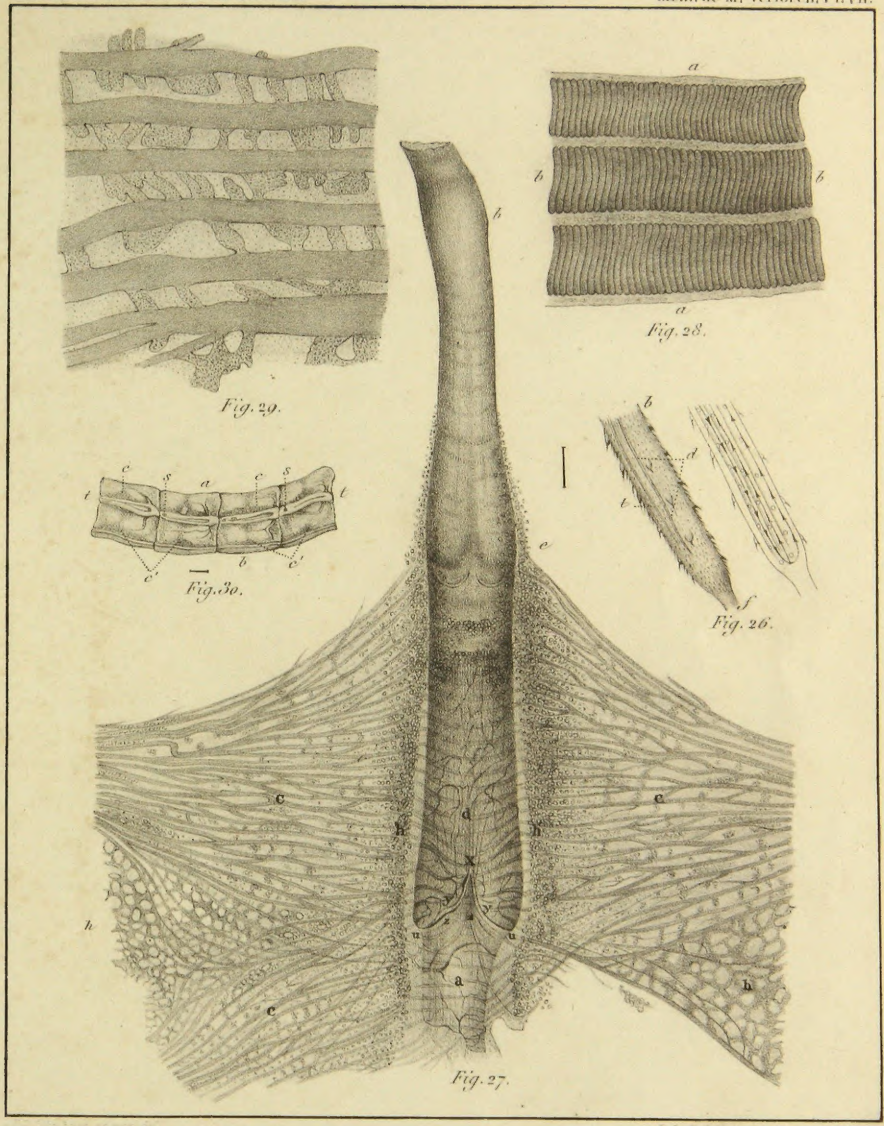


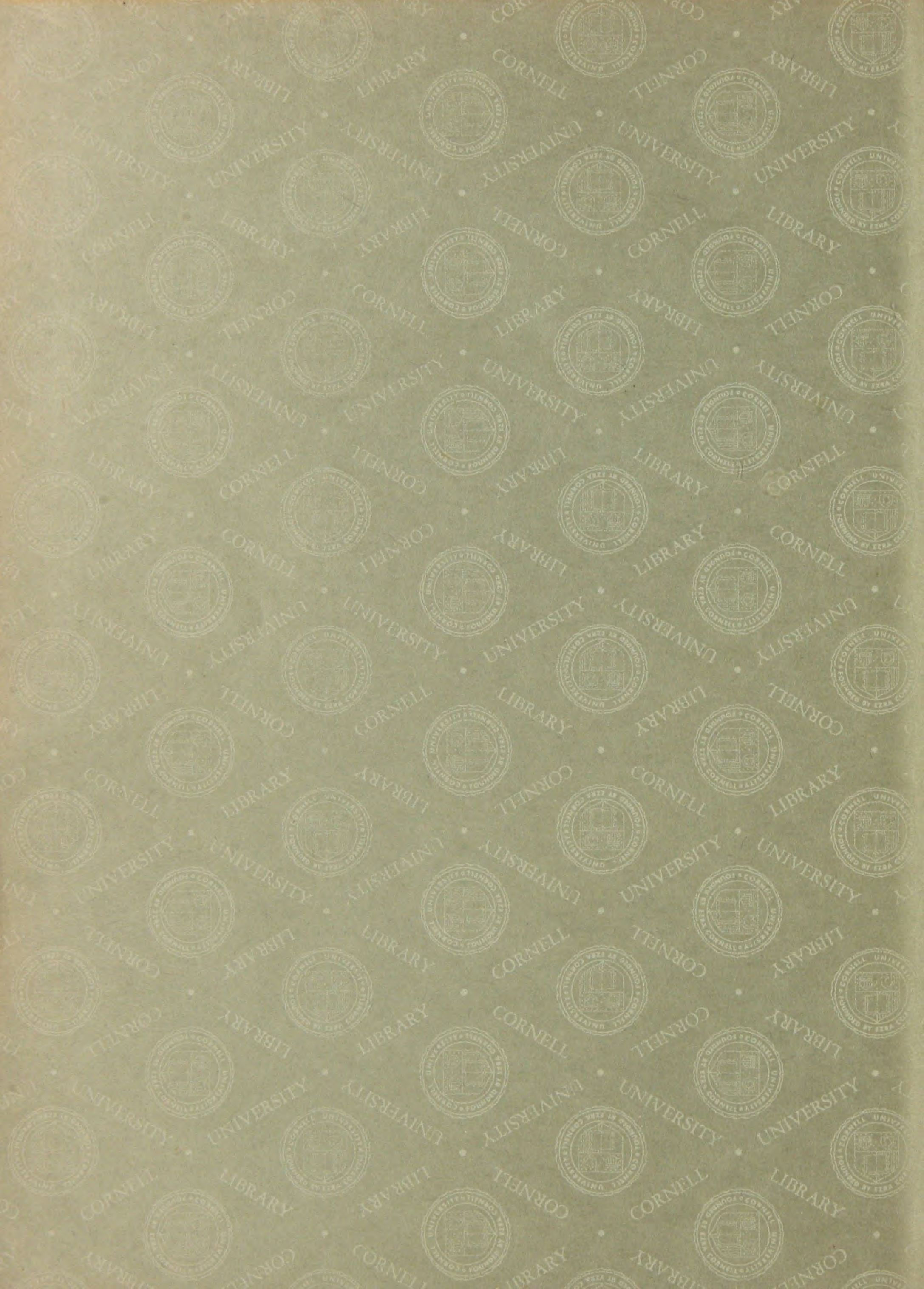
Fig. 29.

Fig. 28.

Fig. 30.

Fig. 26.

Fig. 27.


CORNELL
UNIVERSITY
LIBRARY